

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka / Automaatio- ja prosessitekniikka

Karri Vakkila

EU:N PUITEOHJELMIEN HANKEKUMPPANEIDEN KARTOITUS

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

VAKKILA, KARRI

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Maaliskuu 2014

Avainsanat

EU:n puiteohjelmien hankekumppaneiden kartoitus

56 sivua

Lehtori, Vesa Kankkunen

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

puiteohjelma, hankekumppani, Euroopan unioni

Opinnäytetyön aiheena on EU:n puiteohjelmien hankekumppaneiden kartoitus. Työssä käsitellään useita Euroopan unionin puiteohjelmia ja niihin osallistuneita hankekumppaneita. Opinnäytetyössä esiteltujen hankekumppaneiden kanssa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannattaisi verkostoitua päästäkseen mukaan tuleviin puiteohjelmahankkeisiin.

Tämä opinnäytetyö on vertaileva tutkimus puiteohjelmiin osallistuneista hankekumppaneista. Opinnäytetyössä esitellään useita hankekumppaneita ja kerrotaan, minkälaista tutkimusta kyseiset hankekumppanit tekevät.

Opinnäytetyö on tehty selaamalla CORDIS-sivustoa, mihin on tallennettu tuhansia puiteohjelmahankkeita. Opinnäytetyöhön on valittu sellaisia puiteohjelmia, jotka voisivat olla Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta mielenkiintoisia. Puolet opinnäytetyöhön valituista puiteohjelmista käsittelee tuulienergiaa ja sen kehittämistä, sillä Kymenlaakson ammattikorkeakoulu opettaa yhä enemmän ja enemmän tuulienergiaan liittyvää opetusta.

Opinnäytetyön tekemisen aikana ilmeni, että useat hankekumppanit ovat varteenotettavia yhteistyökumppaneiksi Kymenlaakson ammattikorkeakoululle. Erityisesti muualla Pohjois-Euroopassa ja Skandinaviassa olevat hankekumppanit erottuivat edukseen laajan puiteohjelmakokemuksensa ja tekemiensä tutkimuksiensa vuoksi.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

VAKKILA, KARRI

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2014

Keywords

Survey of project partners of EU's framework programs

56 pages

Vesa Kankkunen, BSc (Tech.)

Kymenlaakso University of Applied Sciences

framework program, project partner, European union

The meaning of the thesis was to create a survey of project partners of EU's framework programs. This thesis includes many EU framework programs and many project partners participating in them. It is advisable that Kymenlaakso University of Applied Sciences forms networks with these project partners in order to participate in the upcoming framework programs. This thesis is a comparative study of project partners participating in different framework programs. The thesis introduces many project partners and presents the research they make.

The thesis was made by examining CORDIS-website on the Internet. There are thousands of framework programs on the Internet website. Only those framework programs were selected which Kymenlaakso University of Applied Sciences might find interesting. Half of the framework programs in this thesis pertain wind energy and the development of wind energy technology because KyUAS is increasing continually the share of wind energy in the educational program of energy technology.

This bachelor thesis project revealed that many of the project partners can be considered worthy for KyAMK University of Applied Sciences, especially the project partners in the Northern Europe and other parts of Scandinavia were worthy because of their experience with the framework programs and the research they make.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	CORDIS-SIVUSTO JA SEN PUITEOHJELMAT	7
3	KORKEAN KORKEUDEN TUULIENERGIA	7
3.1	Tutkimushankkeen kuvaus	7
3.2	Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	9
3.2.1	Tanskan teknillinen yliopisto	9
3.2.2	Zagrebin yliopisto	10
4	KORKEAN SUORITUSKYVYN OMAAVIA JA EDISTYNEITÄ POLYMEERI-LITHIUM-AKKUJA ELEKTROKEMIALLISEEN VARASTOINTIIN	12
4.1	Tutkimushankkeen kuvaus	12
4.2	Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	14
4.2.1	Chalmersin teknillinen korkeakoulu	14
4.2.2	Sapienza Rooman yliopisto	16
5	KORKEAN TEHON JA HYVÄN KÄYTTÖVARMUUDEN OMAAVA MERELLÄ SIJAITSEVA TUULIVOIMATEKNOLOGIA	17
5.1	Tutkimushankkeen kuvaus	17
5.2	Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	19
5.2.1	Siegenin yliopisto	19
5.2.2	NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto	20
6	SEURAAVAN SUKUPOLVEN LÄMPÖPUMPPU JÄLKIASENNUKSENA RAKENNUKSIIN	23
6.1	Tutkimushankkeen kuvaus	23
6.2	Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	25
6.2.1	KTH – Kuninkaallinen teknologian instituutti	25
7	SUPRAJOHTUVA, KÄYTTÖVARMA, KEVYT JA TEHOKKAAMPI MERELLÄ SIJAITSEVA TUULITURBIINI	27

7.1 Tutkimushankkeen kuvaus	27
7.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	29
7.2.1 Karlsruhenin teknologian instituutti	29
7.2.2 Slovakian tieteen akatemia	30
7.2.3 Southamptonin yliopisto	31
8 TULEVAISUUDEN SYVÄN MEREN TUULITURBIINITEKNOLOGIA	32
8.1 Tutkimushankkeen kuvaus	32
8.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	34
8.2.1 Aalborgin yliopisto	34
8.2.2 Delftin teknologian yliopisto	36
8.2.3 Trenton yliopisto	38
9 TUTKIMUS HIILIDIOKSIDIN TALTEENOTON VAIKUTUKSISTA JA SEN TURVALLISUUDESTA	38
9.1 Tutkimushankkeen kuvaus	38
9.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut	40
9.2.1 Nottinghamin yliopisto	40
9.2.2 Montanan yliopisto	43
9.2.3 Reginan yliopisto	44
9.2.4 Stanfordin yliopisto	45
10 YHTEENVETO	47
LÄHTEET	49

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia erilaisia Euroopan unionin puiteohjelmahankkeita ja niiden osallistajaorganisaatioita ja hankekumppaneita. Opinnäytetyössä käsitellään useita energia-alaan liittyviä puiteohjelmia ja niissä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeitä osallistajaorganisaatioita, niitä ovat erilaiset yliopistot ja ammattikorkeakoulut, jotka toimivat joko kotimaassa tai ulkomailla.

Opinnäytetyössä käsiteltyjen osallistajaorganisaatioiden kanssa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannattaisi verkostoutua päästäkseen mukaan tuleviin puiteohjelmahankkeisiin. Opinnäytetyössä on käsitelty sellaisia energia-alan puiteohjelmia, mitkä voisivat olla Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta mielenkiintoisia. Kyseiset puiteohjelmat löytyvät Euroopan unionin CORDIS-sivustolta.

Suurin osa energia-alaan liittyvistä puiteohjelmahankkeista on mukana seitsemännessä puiteohjelmahankekaudessa Kuudennessa ja jo loppuneessa puiteohjelmahankekaudessa ei ole erikseen energia-alaan liittyviä tutkimuksia, vaan energia-alaan liittyvät tutkimukset ovat pääasiassa mukana uudessa seitsemännessä puiteohjelmahankekaudessa. Tästä johtuen opinnäytetyö keskittyy lähinnä jo menossa oleviin puiteohjelmiin, eikä niinkään päättyneisiin kuudennen puiteohjelmahankekauden tutkimuksiin ja puiteohjelmiin. Tämä opinnäytetyö keskittyy enimmäkseen tuulivoimaan liittyviin tutkimuksiin ja muihin uusiutuvaan energiaan liittyviin tutkimuksiin, sillä Kymenlaakson ammattikorkeakoulu opettaa tänä päivänä yhä enemmän uusiutuvaan energiaan liittyvää opetusta.

EU:n puiteohjelma on EU rahoitteinen tutkimusohjelma, jossa on mukana osallistajaorganisaatioita eli tutkimuskumppaneita useista eri maista. Tämä tutkimus on vertaileva tutkimus ja tämän vertailevan tutkimuksen lopputuloksena on koottu yhteenveto Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeimmistä osallistajaorganisaatioista.

2 CORDIS-SIVUSTO JA SEN PUITEOHJELMAT

CORDIS on sivusto, josta löytyy tietoa erilaisista puiteohjelmista, eli tutkimus- ja kehitysohjelmista, jotka ovat kokonaan tai osittain rahoitettu Euroopan unionin budjetista. Nämä tutkimusohjelmat ovat yleensä pantu täytäntöön sopimusten avulla, joissa ovat mukana Euroopan unioni, kaupalliset organisaatiot, tutkimuslaitokset, yliopistot ja muut elimet. (1.)

CORDIS-projektivarastosta löytyy projekteja 1980-luvulta tähän päivään asti. Aikaisin aloitusajankohta projektille varastossa on 2. tammikuuta 1981. Projektin asiakirjat tallennetaan CORDIS-projektivarastoon, kun hankkeen tukisopimus on allekirjoitettu Euroopan unionissa. Asiakirjat säilyvät CORDIS projektivarastossa myös projektin loppumisen jälkeen. Projektivarastossa oleva informaatio voi auttaa uusien aloitteiden tutkimuksessa ja suunnittelussa. (1.)

3 KORKEAN KORKEUDEN TUULIENERGIA

3.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen lokakuuta 2010 EU on käynnistänyt tutkimushankkeen korkeamman korkeuden tuulienergian kehittämiseksi. Tämän tutkimushankkeen tavoitteena on luoda entistä korkeammalla toimivia tuulivoimaloita, joilla saataisiin parannettua tuulivoimaloiden sähköntuotantoa. Tämä tutkimushanke päättyi 31. maaliskuuta 2014 ja sen kokonaishinta on 3.048.444 €, josta maksettava Euroopan unionin osuus on 1.920.470 €. (2.)

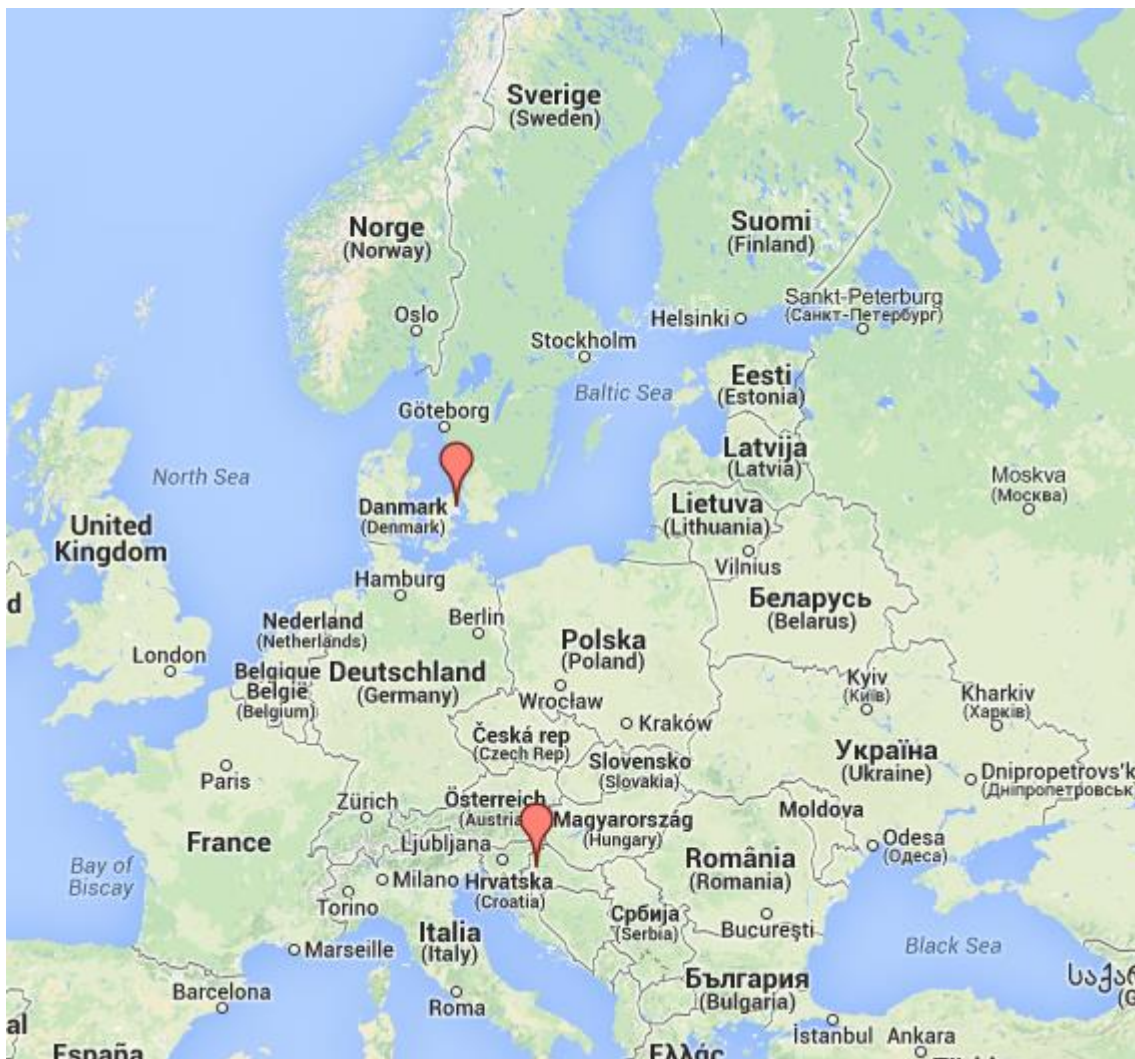
Puhtaan ja uusiutuvan energian etsintä on löytänyt suurta potentiaalia tuulienergiassa. Tähän asti tuulienergiaa on tuotettu tuulivoimaloilla, jotka toimivat lähellä maan pintaa (korkeus alle 200 metriä). Pienestä korkeudestaan johtuen tuulet ovat olleet hitaita ja katkonaisia, mistä johtuen suurin osa tuulivoimapuistoista onkin toiminut vain 25 – 35 % kapasiteetilla. Tämä edustaa vaikeaa rajoitetta nykypäivän tuulienergiassa, kun tuulivoimalat eivät voi oikeastaan olla 130 metriä korkeampia ilman kohtuuttomia kustannuksia ja ylitsepääsemättömiä teknisiä ongelmia. (2.)

Ohittaakseen nämä tekniset ongelmat on alettu kehittää materiaaleja, aerodynamiikkaa ja ohjausta, joilla voidaan valjastaa korkean korkeuden tuulienergiapotentiaali ilman

raskaita torneja tai kalliita polttoainetankkeja. Tätä teknologiaa kutsutaan HAWExiksi (High Altitude Wind Energy). HAWE koostuu leijuvista, pyörivistä, sylinterinmuotoisista ilma-aluksista, jotka on ankkuroitu maa-asemaan sidotuilla kaapeleilla. Nämä ilma-alukset leijuvat ilmassa magnus voiman ansiosta, joka vaikuttaa pyöriviin sylinterin muotoisiin aluksiin. (2.)

Tämän tutkimuksen hankekumppaneita ovat yritykset Omnidea LDA Portugalista, RAPP Hydema AS Norjasta, EDP Inovacao SA Portugalista ja Lankhorst Touwfabrieken Hollannista. Tämän lisäksi hankekumppanina toimii espanjalainen tutkimuslaitos Servicios y estudios para la navegacion aerea y la seguridad aeronautica SA. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeimmät hankekumppanit ovat kuitenkin erilaiset yliopistot ja korkeakoulut, joita tässä tutkimushankkeessa olivat Tanskan teknillinen yliopisto ja Zagrebin yliopisto. (2.)

3.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 1. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen sijainti Euroopassa.

3.2.1 Tanskan teknillinen yliopisto

Tanskan teknillinen yliopisto, Technical University of Denmark (DTU) on teknillinen yliopisto Kongens Lyngbyssä, Kööpenhaminan pohjoispuolella. Yliopisto perustettiin 1829, jolloin koulu toimi vielä nimellä edistyneiden teknologioiden korkeakoulu. Tuolloin Tanska sai ensimmäisen diplomi-insinööri ohjelmansa. Korkeakoulu muutti nimensä Tanskan teknilliseksi korkeakouluksi 1933 ja edelleen Tanskan teknilliseksi yliopistoksi 1994. (3.)

DTU:lla on aina ollut vankka teoreettinen pohja. Hans Christian Ørsted, mies joka kehitti elektromagnetismin, perusti korkeakoulun Ranskan Ecole Polytechnique esikuvanaan. Tähtäimenä oli kouluttaa nuoria miehiä työskentelemään teollisuudessa, mutta alkuaikoina DTU:lla ei ollut juuri edellytyksiä opettaa käytäntöä, joten korkeakoulu koulutti lähinnä teknisiä opettajia. (3.)

Vasta kun teollistuminen todella 1870-luvun alkupuolella alkoi, alkoivat DTU:n insinöörit täyttämään julkisen sektorin työpaikkoja ja heillä alkoi olla tärkeä rooli teollisuudessa. Silti suurin osa teollisuuden projekteista oli ulkomaisten yritysten projekteja. 1880-luvulla ulkomaiset yritykset menettivät vaikutusvaltaansa ja DTU:sta valmistuneet insinöörit alkoivat työskennellä ulkomailla. (3.)

1900-luvun alussa Gustav Adolf Hagemannin johdolla DTU saavutti kansainvälisen tason tietotaidon. 1900-luvun kahdella ensimmäisellä vuosikymmenellä tanskalaiset insinöörit saavuttivat kansainvälisesti hyvän tason rakennustekniikassa, laivanrakennuksessa ja sähkötekniikassa. DTU oli vihdoinkin valmis kouluttamaan insinöörejä, joita tarvittiin modernin teollisen yhteiskunnan luontiin. (3.)

DTU tarjoaa opintoja aina tekniikan kandidaatista tohtoriksi saakka. Tammikuusta 2013 asti DTU on tarjonnut insinöörin opintoja yhteensä 21 eri ohjelmassa. Insinööri ja diplomi-insinööriopiskelijoita DTU:ssa oli vuonna 2012 yhteensä 7843, joista vaihto-opiskelijoita oli 627. (4.)

3.2.2 Zagrebin yliopisto

Zagrebin yliopisto (UNIZG) on koko Kaakkois-Euroopan suurin ja vanhin yliopisto. Perustamisestaan vuodesta 1669 lähtien yliopisto on ollut jatkuvassa kasvussa ja se koostuukin nykyisin 29 tiedekunnasta. Kattavilla ohjelmillaan ja yli 70.000 opiskelijallaan se on koko Kroatian vahvin instituutio. Yliopisto tarjoaa kattavan valikoiman tutkintoon johtavia kursseja seuraavilta aloilta: taide, biolääketiede, bioteknologia, tekniikka, humanistiset tieteet, luonto- ja yhteiskuntatieteet. (5.)

Yliopisto on myös vahvasti tutkimusorientoitunut yliopisto, sillä se tuottaa yli 50 % maan tutkimuksista. Opiskelijoita yliopistossa on yhteensä 72.480, joista 40 % on

naisia. Ensimmäisen vuoden opiskelijoita yliopistossa on noin 11.500. Yliopisto tuottaa vuosittain noin 5.500 perustutkintoa, 2.300 jatkotutkintoa ja 540 tohtorintutkintoa. Opettajia ja lehtoreita yliopistossa on yhteensä 7.915. (5.)

UNIZG koostuu neljästä hallintoelimestä: rehtori, senaatti, yliopiston neuvosto ja rehtorin kolleegio. Näitä hallintoelimiä avustavat kenttätoimikunnat ja useat komiteat. (6.)

Senaatti on yliopiston tärkein hallintoelin. Senaatissa on 70 jäsentä, joihin kuuluvat rehtori, akateeminen henkilöstö ja opiskelijoiden edustajat. Rehtori toimii senaatin puheenjohtajana. Senaatti kokoontuu kerran kuussa ja se säättää yliopiston uudet lait, opinto-ohjelmat, yliopistossa käytettävät kirjat, investointisuunnitelmat jne. Joka neljäs vuosi senaatti valitsee uuden rehtorin. (6.)

Yliopiston neuvosto on neuvontaelin, jossa on 12 jäsentä: 6 on nimitetty yliopistosta ja 6 julkisista laitoksista (Kroatian parlamentti, kauppakamari, Zagrebin kaupunki ja Varazdin kaupunki). Yliopiston neuvosto kokoontuu järjestelmällisesti 3 kuukauden välein keskustelemaan yliopiston toiminnasta. Yliopiston neuvostolla ei ole roolia rehtorin valinnassa tai minkäänlaista käytännön päätäntävaltaa. (6.)

Rehtori, vararehtorit, seitsemän edustajaa kenttätoimikunnista ja yksi opiskelijoiden edustaja muodostavat rehtorin kolleegion. Rehtorin kolleegio keskustelee asioista ja auttaa rehtoria päätöksenteossa. Rehtorin kolleegio tapaa kerran viikossa keskustellakseen yliopiston asioista ja esittääkseen ehdotuksia liittyen yliopiston budjettiin. (6.)

Yliopiston rehtori valitaan aina neljäksi vuodeksi kerrallaan ja sillä voi olla korkeintaan 2 kautta peräjäälkeen. Vain yliopiston professori voi asettua ehdolle rehtoriksi. Rehtori laatii esityksen vararehtoreista senaatille hyväksyttäväksi. Vararehtoreita on yhteensä 5. (6.)

Zagrebin yliopiston perusti keisari ja kuningas Leopold I Habsburg 23. syyskuuta 1669. Jesuiitat pitivät yliopistoa yli vuosisadan, kunnes uusi johtokunta perustettiin vuonna 1772. Uuden johtokunnan alaisuudessa yliopistossa oli yli 200 opiskelijaa. Tuohon aikaan yliopisto oli vielä tiedeakatemia. Vuonna 1776 keisarinna ja kuningatar Maria Teresia perusti akatemiaan kolme tiedekuntaa: filosofian, teologian

ja lain tiedekunnat. Varsinaisesti Zagrebin yliopistoksi akatemia nimettiin vuonna 1874. (7.)

Zagrebin yliopistolla on yli 100 sopimusta sen kumppaniyliopistojen kanssa Euroopassa, Aasiassa, Australiassa ja Pohjois- sekä Etelä-Amerikassa. Nämä sopimukset käsittelevät erilaisia yhteistyön muotoja, kuten yhteisiä projekteja, tutkijoiden ja opiskelijoiden vaihtoa, yhteisiä julkaisuja, tietojen vaihtoa ja muuta akateemista yhteistyötä. (8.)

4 KORKEAN SUORITUSKYVYN OMAAVIA JA EDISTYNEITÄ POLYMEERI-LITHIUM-AKKUJA ELEKTROKEMIALLISEEN VARASTOINTIIN

4.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen kesäkuuta 2011 Euroopan unioni on käynnistänyt tutkimushankkeen, jossa kehitetään polymeeri-lithium-akkuja. Tutkimuksen tavoitteena on luoda entistä parempia polymeeri-lithium-akkuja erityisesti autoteollisuuteen. Tutkimushanke päättyy 31. toukokuuta 2014 ja sen kokonaishinta on yhteensä 4.601.443 €, josta maksettava EU:n osuus on yhteensä 3.332.298 €. (9.)

Tämä tutkimushanke tähtää teollisella tasolla kehitettävien, edistyneiden lithium-ion-akkujen luomiseen kestäviä ajoneuvomarkkinoita varten. Tämän akun odotetaan pääsevän tavoitteisiin ja täyttävän tarpeen innovatiivisesti kehitetystä lithium-tyyppisestä akusta autoteollisuuden energian varastointiteknologiassa parantaen energian tiheyttä, sykliäikaa, kestävyyttä ja turvallisuutta samalla hintaa alentaen. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi on luotu eurooppalainen konsortio, johon kuuluu akateemisia laboratorioita ja teollisia yrityksiä. (9.)

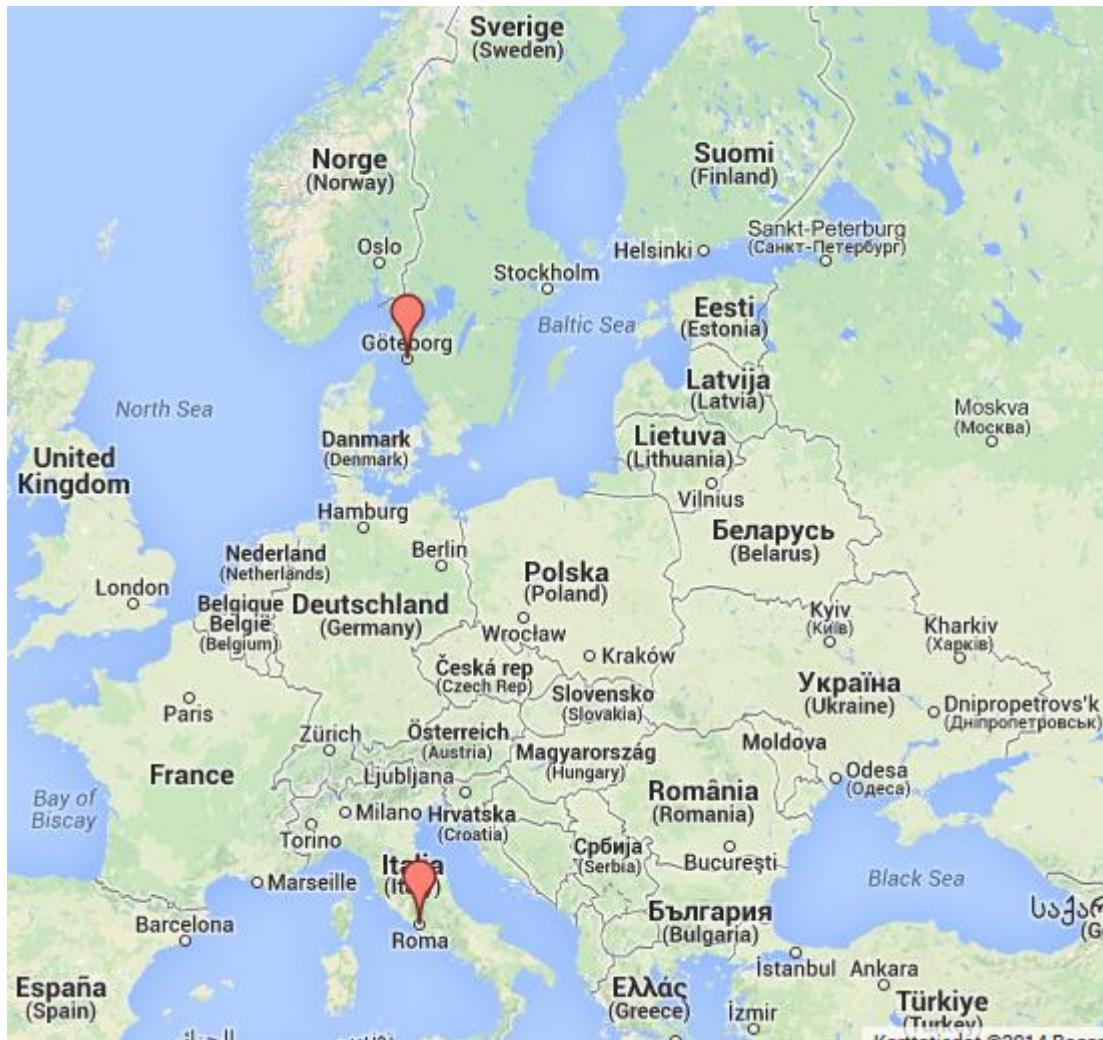
Tämän tutkimushankkeen akateemiset hankekumppanit työskentelevät elektrodin elektrokemiaallisten ominaisuuksien ja elektrolyyttimateriaalien optimoinnin parissa, teolliset hankekumppanit taas keskittyvät akkujen avainnäkökohtien määrittämiseen. Näitä ovat energiatiheyden kesto suuren energiakapasiteetin kokoonpanossa, turvallisuuden määrittäminen, kokonaishinta, ympäristöllinen kestävyys ja kierrätysprosessi. (9.)

On odotettavissa, että nämä ponnistukset yhdessä johtavat 300 wattituntia per kilo -energiatiheyden omaavan akun teolliseen valmistukseen, huomattavasti kustannuksiltaan halvempiin akkuihin kuin tällä hetkellä on markkinoilla, ympäristölliseen yhteensopivuuteen ja alentuneisiin turvallisuusriskeihin. (9.)

Tämän tutkimuksen hankekumppaneita ovat yritykset Eni S.P.A Italiasta, Saes Getters S.P.A Italiasta, ETC Battery and Fuelcells Sweden AB Ruotsista, Rockwood Lithium GMBH Saksasta, Chemetall GMBH Saksasta, Stena Recycling International AB Ruotsista ja Stena Metall AB Ruotsista. Tutkimuksen hankekumppaneina toimivat myös tutkimuslaitokset Consorzio Sapienza Innovazione Italiasta ja Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Saksasta. (9.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu on kuitenkin kiinnostunut hankekumppaneista, joita ovat erilaiset yliopistot ja korkeakoulut. Tässä tutkimushankkeessa on mukana seuraavat yliopistot: Chalmersin teknillinen korkeakoulu Ruotsista, Sapienza Rooman yliopisto Italiasta ja Chietin yliopisto Italiasta. Valitettavasti Chietin yliopistolla ei ole lainkaan englanninkielisiä sivuja, joten en voinut julkaista informaatiota kyseisestä yliopistosta, sillä en hallitse italiankieltä. (9.)

4.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 2. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen sijainti Euroopassa.

4.2.1 Chalmersin teknillinen korkeakoulu

Chalmersin teknillinen korkeakoulu on yliopisto Göteborgissa, Ruotsissa. Yliopisto perustettiin vuonna 1829. Yliopisto on saanut nimensä hyväntekijä Willian Chalmersilta, joka oli yksi Swedish East India Companyn menestyksekkäistä johtajista. (10.)

William Chalmers (1748-1811) loi omaisuuden työskentelemällä Swedish East India Companyssä 1700-luvun lopulla. Saatuaan vaikutteita Pehr Dubbilta hän testamenttasi

koko omaisuutensa Sahlgrenskan sairaalalle Göteborgissa ja teollisuuskoulun perustamiseen köyhille lapsille, jotka oppivat lukemaan ja kirjoittamaan. Chalmersska Slöjdesskolan avattiin Göteborgissa marraskuun 5. vuonna 1829 ja tästä koulusta sai alkunsa Chalmersin teknillinen korkeakoulu. (10.)

Koulun ensimmäinen rehtori oli teollisuusmies Carl Palmstedt. Yhteydet teollisuuteen ja kaupankäyntiin ovat siis olleet koululla heti alusta alkaen. Chalmersin teknillinen korkeakoulu on ainoa yliopisto Ruotsissa, joka on nimetty jonkin henkilön mukaan. (10.)

Yliopistossa on yhteensä 17 osastoa, joita ovat soveltava tietotekniikka, soveltava mekaniikka, soveltava fysiikka, arkkitehtuuri, kemiantekniikka, rakennus- ja ympäristötekniikka, tietokonetekniikka, maa- ja avaruustieteet, energia ja ympäristö, näkemyksellinen fysiikka, materiaali- ja valmistustekniikka, mikroteknologia ja nanotiede, tuote- ja valmistustekniikka, merenkuluteknologia, signaalit ja järjestelmät ja teknologiajohtaminen ja taloustiede. (11.)

Chalmersin teknillinen korkeakoulu tekee useita tutkimuksia liittyen energian muodonmuuttumiseen ja energiajärjestelmäteknikkaan. Yliopiston tämän hetkiset tutkimukset liittyvät energia muodonmuuttumiseen ja ympäristön vaikutusten rajoittamiseen. Tämän hetkiset tutkimukselliset kysymykset liittyvät päästöjen rajoittamiseen eri energiasektoreilla ja eri teknologia-alojen potentiaalın ja kapasiteetin arviointi ilmaston rajoitteiden täyttämiseksi. (12.)

Yliopiston tutkimukset ovat keskittyneet kolmelle eri alueelle: kiinteiden polttoaineiden palaminen ja kaasuuntuminen, hiilidioksidin erottaminen palamisen yhteydessä ja energiajärjestelmien analysointi. Yliopisto tekee tutkimusta useilla eri teknologian kehityksen tasoilla: laboratoriotutkimusta, pilottihankkeita ja esittelyhankkeita (yhdessä teollisuuskumppaneiden kanssa). (12.)

Yliopiston palamiseen ja kaasuuntumiseen liittyvissä tutkimuksissa on vahva kokeellinen perusta. Yliopistolla on pääsy ainutlaatuisiin tutkimuslaitoksiin, joihin kuuluvat 100 kilowatin kattila ja 300 watista 100 kilowattiin olevat reformerit kiinteälle, nestetyyppiselle ja kaasumaiselle polttoaineelle. Nämä laitokset antavat yliopistolle mahdollisuuden tehdä suuren luokan tutkimusta. Yliopiston

energiajärjestelmätutkimukseen kuuluu analyysseja pääasiassa ruotsalaisista, pohjoismaisista ja eurooppalaisista lämpö- ja voimajärjestelmistä. (12.)

Vuonna 2011 Chalmersin teknillinen korkeakoulu osallistui yhteensä 154 EU rahoitteiseen tutkimusprojektiin, joista 139 oli mukana seitsemännessä puiteohjelmahankeohjelmassa. Suurin osa projekteista, yhteensä 136 154 olivat teollisuuspainotteisia. Nämä 139 seitsemännen puiteohjelmahankkeen projektia liittyivät pääasiassa seuraaviin alueisiin: tietotekniikka (yhteensä 43 projektia), kuljetustekniikka (yhteensä 31 projektia) ja nanoteknologia, materiaaliteknologia ja uudet tuotantoprosessit (yhteensä 12 projektia). Chalmers osallistui myös 14 eri projektiin keväällä 2012. (13.)

EU:n kuudennessa puiteohjelmahankeohjelmassa Chalmers osallistui yhteensä 142 eri projektiin ja 18 projektissa yliopisto oli koordinaattorina. Chalmersin osallistuminen kuudenteen puiteohjelmahankeohjelmaan päättyi vuonna 2011. (13.)

4.2.2 Sapienza Rooman yliopisto

Sapienza Rooman yliopisto on yliopisto Roomassa Italiassa. Yliopiston perusti Paavi Bonifatius VIII vuonna 1303. Yliopisto on yksi maailman vanhimmista ja se menestyy hyvin kansainvälisissä vertailuissa. (14.)

Perustamisestaan 700 vuotta sitten yliopisto on ollut tärkeä osa Italian historiaa ja yliopisto on ollut suoraan osallisena yhteiskunnan suurimpiin muutoksiin ja kehityksiin. (14.)

Yliopiston pääkampuksen suunnitteli Marcello Piacentini ja se avattiin vuonna 1935. Pääkampus sijaitsee lähellä kaupungin keskustaa ja se on suurin Euroopassa. Pääkampus on kuin kaupunki kaupungin sisällä, jossa opetus on integroitunut yhdessä kirjastojen, museoiden ja kattavien opiskelijapalveluiden kesken. Yliopistolla on myös kaksi muuta kampusta muualla Laziassa. (14.)

Yliopisto on hyvin tutkimus ja opetuspainotteinen yliopisto ja se on saavuttanut vakuuttavia tuloksia niin kansallisessa kuin kansainvälisissäkin vertailuissa. Yliopistolla vierailee usein vierailevia professoreja ja ulkomaisia tutkijoita, jotka parantavat opintojen ja tutkimusohjelmien tasoa. (14.)

Sapienzassa opiskelee säännöllisesti noin 8000 ulkomaista opiskelijaa. Yliopisto rohkaisee opiskelijoitaan myös lähtemään kansainväliseen vaihtoon: Vuosittain yliopistosta lähtee ja yliopistoon saapuu noin 1100 vaihto-opiskelijaa. (14.)

Yliopistossa on yhteensä 11 tiedekuntaa: arkkitehtuuri, rakennus- ja tuotantotekniikka, taloustiede, tietotekniikka, laki, matematiikka, fysiikka ja luonnontieteet, lääke ja hammaslääketiede, lääketiede ja psykologia, farmasia, taide ja politiikka, sosiologia ja viestintä. (15.)

Rakennus- ja tuotantotekniikassa opiskelija voi syventää osaamistaan eri osa-alueille, kuten ympäristötekniikkaan, avaruus- ja konetekniikkaan, säilytys- ja restaurointitekniikkaan, kemian- ja materiaalitekniikkaan tai vaikka arkkitehtuuriin. On myös olemassa muita suuntaavia kursseja, jotka syventävät opiskelijan tietoutta uusiutuvien energioiden, nanoteknologian, kuljetustekniikan ja bioteknologian aloilla. (16.)

5 KORKEAN TEHON JA HYVÄN KÄYTTÖVARMUUDEN OMAAVA MERELLÄ SIJAITSEVA TUULIVOIMATEKNOLOGIA

5.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen marraskuuta 2010 Euroopan unioni on käynnistänyt tutkimushankkeen korkean tehon ja hyvän käyttövarmuuden omaavalle merellä sijaitsevalle tuulivoimateknologialle. Tutkimuksen tavoitteena on saattaa suuret merellä sijaitsevat tuuliturbiinit teolliseen tuotantoon. Tutkimushanke päättyy 31. lokakuuta 2015 ja sen kokonaishinta on yhteensä 19.831.586 €, josta maksettava EU:n osuus on yhteensä 11.021.621 €. (17.)

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää ja testata uusia ratkaisuja erittäin suurille merellä sijaitseville tuuliturbiineille teollista tuotantoa varten. Projekti osoittaa huomionsa merellä sijaitsevien tuulivoimaloiden kriittisiin asioihin, kuten erinomainen käyttövarmuus, etähuollettavuus ja verkkoon yhdistettävyyys painottaen erityisesti kelluvia tuulivoimaloita, joiden avulla tavallisten tuulivoimaloiden paino ja kokorajoitteet on voitettavissa. Innovatiiviset suunnittelumenetelmät, uudet roottorin siipimallit ja sisäänrakennetut aktiiviviset valvontaominaisuudet vähentävät dynaamista kuormaa ja sitä kautta painoa ja hintaa verrattuna jo valmiisiin

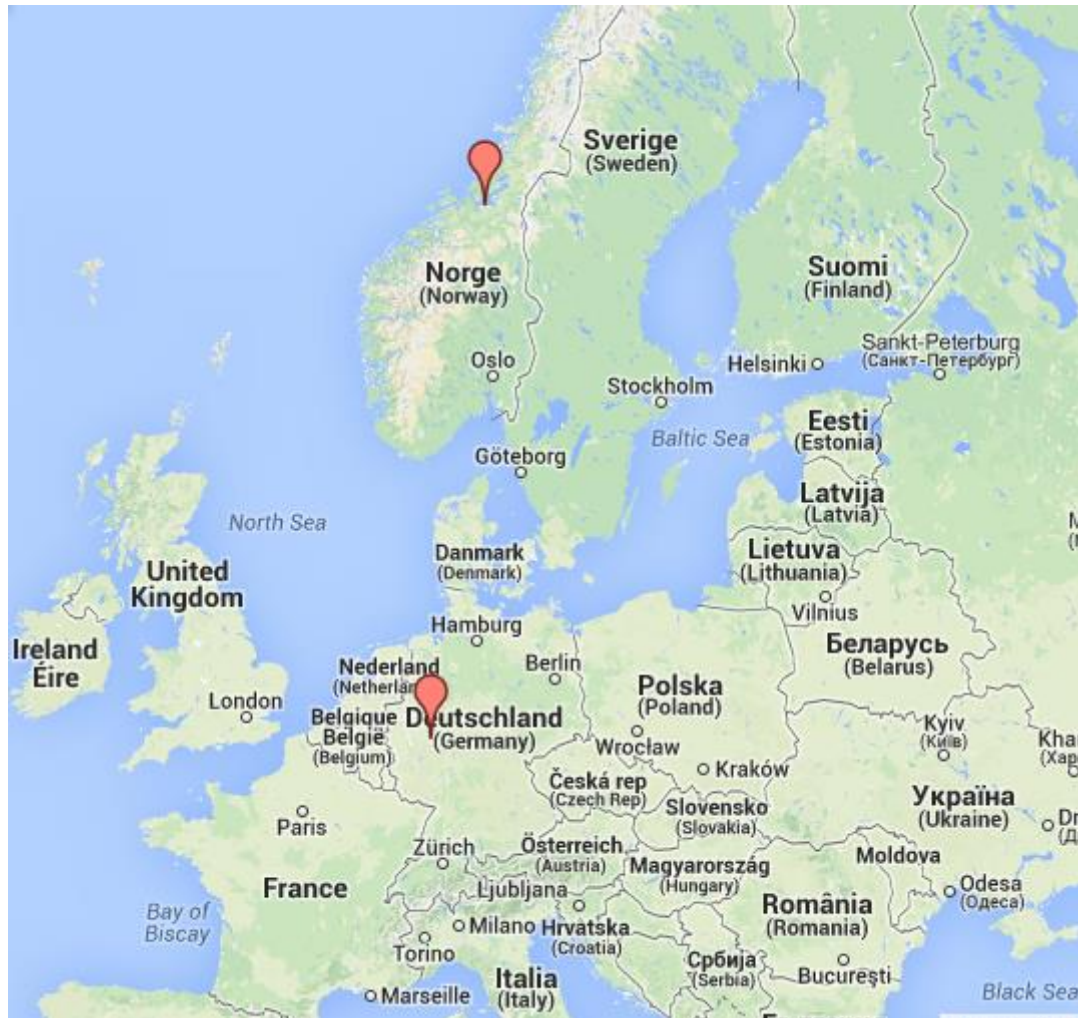
tuulivoimalamalleihin. Tutkimus tulee vähentämään syvällä merellä sijaitsevan tuulivoimateknologian kaupallistamisen riskejä ja hintaa tuntuvasti. (17.)

Tämän tutkimushankkeen hankekumppaneita ovat yritykset: ABB Schweiz AG Sveitsistä, Technip France SAS Ranskasta, Ingenieria Y Diseno Europeo S.A. Espanjasta, Dr Techn Olav Olsen AS Norjasta, Bureau Veritas-Registre International De Classification De Navires Et D Aeronefs SA Ranskasta, TWI Limited Isosta-Britanniasta, 1-Tech Belgiasta, Sintef Energi AS Norjasta, Micromega Dynamics SA Belgiasta, Wolfel Beratende Ingenieure GMBH Saksasta, Mammoet Europe BV Hollannista, Acciona Windpower SA Espanjasta, Acciona Energia S.A. Espanjasta ja Vicinay Cadenas Sociedad Anonima Espanjasta. (17.)

Hankekumppaneina on myös joitakin tutkimuslaitoksia: Fundacion Tecnia Research & Innovation Espanjasta ja National Renewable Energy Centre Limited Isosta-Britanniasta. Tutkimushankkeen koordinaattorina toimi saksalainen tutkimuslaitos Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung E.V. (17.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu on kuitenkin kiinnostunut erilaisista yliopistoista ja korkeakouluista, joita tässä tutkimushankkeessa edustavat saksalainen Siegenin yliopisto ja NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. (17.)

5.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 3. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen sijainti Euroopassa.

5.2.1 Siegin yliopisto

Siegin yliopisto on yliopisto Saksassa. Siegenissä on ollut opiskelulaitoksia jo 1500-luvulta lähtien. Yliopiston juuret ovat aikakausissa vuodesta 1595 vuoteen 1599 ja vuodesta 1606 vuoteen 1609, jolloin William the Rich perusti alueelle koulun. Varsinainen yliopisto perustettiin vuonna 1853, jolloin maisemasuunnittelun koulu avasi ovensa. Toisen maailmansodan jälkeen koulu alkoi painottua enemmän kohti rakennustekniikkaa. Vuonna 1962 koulu muuttui rakennustekniikan oppilaitokseksi ja konetekniikan oppilaitos avattiin vuonna 1900. 1972 eri oppilaitokset yhdistyivät ja syntyi Siegin yliopisto. (18.)

Siegenin yliopistossa opiskelee yhteensä 16.799 opiskelijaa päätoimisesti.

Henkilökuntaa yliopistossa on yhteensä 2.196 henkilöä. Yliopistossa on 4 tiedekuntaa ja 105 tutkinto-ohjelmaa ja tutkimuskeskuksia yliopistolla on yhteensä 23. Siegenin yliopistolla on yhteensä 119 kansainvälistä kumppanuus-sopimusta ja 150 Erasmus kumppaniyliopistoa. Ulkomaisia opiskelijoita Siegenissä on yhteensä 2100. (19.)

Yliopiston neljä tiedekuntaa ovat taide, taloustiede, arkkitehtuuri ja teknologia.

Tekniikan puolella opiskelija voi syventyä rakennustekniikkaan, koneenrakennukseen, matematiikkaan, fysiikkaan, kemiaan ja biologiaan tai sähkötekniikkaan. (20.;21.)

Yliopisto tekee tekniikan alan tutkimusta seuraavilla aloilla: innovatiiviset materiaalit, auton valmistus, visualisointi ja tunnistinjärjestelmät, mikro- ja nanokemia ja alkeishiukkafysiikka. Innovatiiviset materiaalit ovat yksi yliopiston päätutkimusaloista. (22.)

Siegenin yliopisto toimii läheisesti paikallisen teollisuuden kanssa perustaakseen autoinstituution. Autoinstituutioon kuuluu läheisesti virtuaalitehdas ja virtuaalitestauspisteet. Autoinstituution virtuaalikeskus ottaa huomioon kaikki auton valmistuksen prosessin vaiheet, niin kokoamisen kuin toleranssitarkistuksen. Kun automalli on luotu, se lähetetään eteenpäin virtuaalitestaukseen. Virtuaalitestauksen jälkeen luodaan digitaalinen prototyyppi, joka on perustana valmistettavalle oikealle autolle. (22.)

Mikro- ja nanokemiassa tutkimusryhmä analysoi kemiallisia prosesseja mikroskooppisella tasolla. Uusia tapoja tutkia mikro- ja nanokemiaa on kehitteillä. Alkeishiukkafysiikan tutkimuksesta Siegenin yliopisto on jo maailmanlaajuisesti tunnettu. (22.)

5.2.2 NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto

Norjan tieteen ja teknologian yliopisto (NTNU) on yliopisto Norjan Trondheimissa. Yliopistossa opiskelee yhteensä 20.000 opiskelijaa ja yliopistossa on seitsemän tiedekuntaa. NTNU on Norjan toiseksi suurin yliopisto ja sillä on 800 miljoonan dollarin vuosibudjetti. Yliopiston 51 koulutusohjelmaa toimivat kaiken kaikkiaan seitsemällä eri kampuksella. Yliopistosta valmistuu vuosittain noin 3.300

opiskelijaa, joista kaksi kolmasosaa valmistuu joko maisteriksi tai tohtoriksi. Yliopistolla on yhteensä yli 100 erilaista laboratoriota. (23.)

NTNU on ollut mukana monessa Norjaa koskevassa tutkimustyössä ja suurin osa Norjan teknologia ja kulttuuri-innovaatioista on luoto kyseisessä yliopistossa. Yliopiston perustamisesta lähtien vuodesta 1910 NTNU on muovannut Norjan yhteiskuntaa. Yliopistossa toimii yhteensä noin 350 erilaista opiskelijajärjestöä. (23.)

Norjan tieteen ja teknologian yliopistossa on yhteensä seitsemän eri tiedekuntaa. Nämä tiedekunnat ovat arkkitehtuuri ja kuvataide, insinööritiede ja teknologia, humanistiset tieteet, luonnontiede ja teknologia, tietotekniikka, matematiikka ja sähkötekniikka, lääketiede ja yhteiskuntatieteet ja teknologiajohtaminen. (24.)

Arkkitehtuurin ja taiteen tiedekunnasta opiskelija voi valita pääaineekseen esimerkiksi arkkitehtuurisen suunnittelun ja johtamisen tai arkkitehtuurisen suunnittelun, historian ja teknologian. Insinööritieteiden ja teknologian alalla opiskelija voi suuntautua esimerkiksi energia- ja prosessitekniikkaan tai rakennustekniikkaan. Humanististen tieteiden alalta opiskelija voi valita opintoihinsa esimerkiksi musiikkia tai vaikka taide ja mediaopintoja. Luonnontieteen ja teknologian tiedekunnassa opiskelija voi syventyä bioteknologiaan tai vaikka fysiikkaan tai kemiantekniikkaan. (24.)

Tietotekniikan, matematiikan ja sähkötekniikan tiedekunnassa opiskelija voi valita pääaineekseen esimerkiksi tietokone- ja tietotekniikan tai telematiikan. Lääketieteen puolella opiskelija voi syventyä esimerkiksi neurotieteeseen tai syöpätutkimukseen ja molekyyllilääketieteeseen. Yhteiskuntatieteen ja teknologiajohtamisen tiedekunnassa opiskelija voi keskittyä esimerkiksi maantieteen, kasvatuksen, opettajakoulutuksen, psykologian tai vaikka sosiologian ja politiikan opintoihin. (24.)

Energia- ja prosessitekniikka on NTNU:ssa kansainvälinen opintolinja, missä otetaan opetuksessa ja tutkimuksessa huomioon koko energiantuotannon toimitusketju raaka-aineesta aina asiakkaalle asti. Yliopisto tutkii kuinka voidaan tuottaa energiaa ihmisen ja koneen voimin uusiutuvasti ottaen huomioon terveyden, ilmaston muutoksen ja olemassa olevat resurssit. Energia- ja prosessitekniikka jakaantuu yliopistossa viiteen suuntautumisalaan, joita ovat lämpöenergia, teollinen prosessitekniikka, energia ja sisätilaympäristö, nestetekniikka ja teollinen ekologia. (25.)

Yliopisto opettaa ja tekee tutkimusta liittyen energian muodonmuuttumisen lämpöprosesseihin. Yliopiston tekninen perusta käsittää klassisen termodynamiikan, nestemekanikan, massan ja lämmön siirtymisen, palamisen ja termofysikaaliset ominaisuudet. Yliopisto lähestyy näitä aiheita sekä teoreettisesti että kokeellisesti. Tutkimusten keskuspaikkana toimii yliopiston oma laboratorio. Yliopiston visioihin kuuluu tiedon edistäminen ja uuden tiedon toteuttaminen lämpöprosesseissa ja energian muodonmuuttumisessa. Yliopisto kouluttaa näillä aloilla diplomi-insinöörejä ja tohtoreita. Opetus on korkealuokkaista ja kansainvälistä niin peruskursseissa kuin soveltavissakin kursseissa. Opetuksen pohjana toimii korkean kansainvälisen tason tutkimustyö. (26.)

Teollisen prosessiteknikan alalla toimitaan energian kuljetuksen ja loppukäytön järjestelmien ja komponenttien parissa yhdessä raaka-aineiden jalostuksen kanssa. Päätoiminta keskittyy lämpö- ja jäähdytystekniikkaan, maakaasuun, monivaiheiseen virtaukseen ja ruokateollisuuteen. Yliopiston laboratorio on laaja ja tärkeä osa yliopiston tutkimusta. Laboratoriot ovat suuria ja uudenaikaisia ja niitä käytetään yhteistyössä teollisuuden kanssa ja tavallisten opiskelijoiden ja tohtoriopiskelijoiden toimesta. (27.)

Energia ja sisätilaympäristön alalla keskitytään taloudellisen sisätilaympäristön luontiin. Päätaavoite on luoda mukava ja turvallinen sisätilaympäristö tehokkaiden ja sopivien ilmastointilaitteiden avulla. Tällä alalla opiskelija keskittyy energian kulutukseen ja tarjontaan, rakennusautomaatioon, sisäilmanlaatuun ja työympäristöön, sekä ilmastointiteknologiaan. (28.)

Nestetekniikka jakaantuu Norjan tieteen ja teknologian yliopistossa kahteen osaluokseeseen. Nämä osaluokset ovat yleinen nestetekniikka, mitä harjoitetaan nestedynamiikan laboratoriossa ja hydrauliset turbokoneet, nestevoima ja pneumatiikka, joita harjoitetaan vesivoima laboratoriossa. Tavoitteena on olla tietouden keskipiste niin norjalaiselle kuin kansainvälisellekin teollisuudelle. Tavoitteena on myös tehdä korkeaa kansainvälisen tason omaavaa tutkimustyötä nesteteknologian alalla. (29.)

Teollisen ekologian ala on monialainen suuntautumisvaihtoehto Norjan tieteen ja teknologian yliopistossa. Ohjelma perusteettiin vuonna 1994 ja se pitää sisällään kattavan koulutuksellisen ohjelman ja huomattavan määrän tohtoriopiskelijoita ja

tutkimusprojekteja. Maailman ensimmäinen teollisen ekologian tohtoriohjelma perustettiin vuonna 2003. Diplomi-insinöörin tutkinto samalla alalla perustettiin elokuussa 2004 ja ensimmäiset opiskelijat koulu otti vastaan vuonna 2005. (30.)

6 SEURAAVAN SUKUPOLVEN LÄMPÖPUMPPU JÄLKIASENNUKSENA RAKENNUKSIIN

6.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen joulukuuta 2012 Euroopan unioni on käynnistänyt tutkimushankkeen, jonka päämääränä on luoda seuraavan sukupolven lämpöpumppu, mikä jälkiasennettaisiin rakennuksiin. Tutkimuksen tavoitteena on alentaa rakennusten energian kulutusta. Tutkimushanke päättyy 31. elokuuta 2016 ja sen kokonaishinta on 5.212.569 €, josta maksettava Euroopan unionin osuus on yhteensä 3.499.701 €. (31.)

Rakennussektori on yksi energian avainkuluttajista Euroopassa tänä päivänä ja rakennusten energian kulutus onkin noussut jatkuvasti viimeisen 20 vuoden aikana. Saavuttaakseen nykyiset EU:n tavoitteet on syytä remontoida ja jälkiasentaa vanhojen fossiililla polttoaineilla tai sähköllä toimivien epätehokkaiden lämmitysjärjestelmien tilalle uusi lämmitysjärjestelmä. (31.)

Ehdotettu lämpöpumpputeknologia tarjoaa ratkaisun niin nykypäivän kuin tulevaisuudenkin haasteisiin. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia ja kehittää uusi erityisen tehokas lämmitysjärjestelmä, mikä perustuu suuren kapasiteetin ilma/vesilämpöpumppeihin jälkiasennettuna koteihin ja kaupallisiin rakennuksiin. Tämä suuren tehon lämpöpumppu tulee käyttämään vaihtoehtoisia kylmäainetta ja se tulee toimimaan vuorovaikutuksessa yhdessä muiden suurien ja uusiutuvien energiajärjestelmien, kuten aurinkokennojen kanssa. (31.)

Suoriutuakseen tieteellisistä haasteista on luoto konsortio, joka lähestyy näitä tutkimuksellisia aiheita kokonaisvaltaisesti niin järjestelmä kuin komponenttitasolla. Konsortio tulee luomaan suuren kapasiteetin ilma/vesilämpöpumpun, mikä jälkiasennetaan kaupungeissa. (31.)

Nämä teknologiset ratkaisut tulevat vahvistamaan eurooppalaisen teollisuuden teknologista johtajuutta ja vahvistamaan asemaa yhä vahvassa ja maailmanlaajuisessa

kaupallisessa kilpailussa. Konsortio, johon kuuluu vain laitteiston valmistajia ja tutkimuslaitoksia tulee tarjoamaan tietotaitoa, mikä on kaikkien lämpöpumppuvalmistajien saatavissa. Tämän avulla tutkimushanke luo kilpailua löytääkseen parhaat ratkaisut markkinoille. Tutkimuksen lopussa kehitetään 30 kilowattinen, vaihtoehtoista kylmäainetta ja innovatiivisia komponentteja käyttävä tuote. (31.)

Tämän tutkimushankkeen hankekumppaneina toimivat yritykset, joita ovat Fraunhofer-gesellschaft zur förderung der angewandten forschung E.V Saksasta, saksalainen Emeson climate technologies GMBH, ruotsalainen Sapa heat transfer AB, belgialainen European heat transfer association Geie, saksalainen Ziehl-Abegg AG, saksalainen AKG Verwaltungsgesellschaft MBH ja saksalainen Hesch Schroder GMBH. (31.)

Tutkimushankkeen koordinaattorina toimi tutkimuslaitos Itävallan teknologian instituutti. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeimmät hankekumppanit ovat yliopistot ja korkeakoulut. Tässä tutkimushankkeessa oli mukana vain yksi yliopisto, KTH kuninkaallinen teknologian instituutti Ruotsista. (31.)

6.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 4. Tutkimuksessa mukana olevan yliopiston sijainti Euroopassa.

6.2.1 KTH – Kuninkaallinen teknologian instituutti

Kuninkaallinen teknologian instituutti (KTH) on yliopisto Tukholmassa Ruotsissa. Yliopisto on koko Ruotsin vanhin, suurin ja kansainvälinen tekniikan yliopisto. Yksi kolmasosa Ruotsin teknisestä tutkimuksesta ja opetuksesta on toimitettu kyseisessä yliopistossa. Koulutus ja tutkimustyö ulottuu luonnontieteistä kaikille tekniikan aloille mukaanlukien arkkitehtuuriin, teolliseen johtamiseen ja kaupunkisuunnitteluun. (32.)

Yliopiston koulutusohjelmat johtavat kandidaatin, maisterin ja tohtorin tutkintoihin tekniikassa, tieteessä ja arkkitehtuurissa. Koulussa opiskelee yhteensä 12.500 perustutkinto-opiskelijaa ja enemmän kuin 1.800 jatkotutkintoon opiskelevaa opiskelijaa. Yliopisto työllistää yhteensä 4.800 henkeä. (32.)

Kuninkaallisessa teknologian instituutissa toimii useita kansallisia tutkimuskeskuksia. Yliopisto kuuluu myös kahteen kolmesta eri Euroopan tieto ja innovaatio yhteisöistä. Yliopisto kuuluu InnoEnergy yhteisöön, minkä puitteissa se tekee tutkimusta liittyen kestävään energian tuotantoon. Yliopisto kuuluu myös EIT ICT Labs yhteisöön, minkä puitteissa se tekee tieto- ja viestintätutkimusta. (32.)

Kuninkaallinen teknologian instituutti on kansainvälinen yliopisto, jossa on monia kansainvälisiä tutkijoita ja opiskelijoita erityisesti maisteritasolla. Laaja kansainvälinen tutkimustyö ja kansainväliset vaihto-ohjelmat sallivat vaihto-opiskelun yliopistoissa ja korkeakouluissa ympäri Eurooppaa, Yhdysvaltoja, Australiaa ja yhä kasvavasti myös ympäri Aasiaa. KTH on mukana useissa kansainvälisissä yliopistoverkostoissa kuten CLUSTER ja T.I.M.E. (32.)

Kuninkaallinen teknologian instituutti perustettiin vuonna 1827 ja sen pääkampus sijaitsee rakennuksissa, jotka ovat Tukholman keskustassa. Lisäksi Kuninkaallinen teknologian instituutti ja Tukholman yliopisto tarjoavat yhteisiä tutkinto-ohjelmia, joissa tutkitaan bioteknologiaa ja fysiikkaa lähellä sijaitsevassa AlbaNova yliopistokeskuksessa. Tieto ja viestintäteknologian koulutusohjelma sijaitsee Kista kampuksella pohjois-Tukholmassa. Yliopistolla on myös muita kampuksia Haningessa, Flemingsbergissä ja Södertäljessä Tukholman eteläpuoleisella kaupunkialueella. (32.)

Kuninkaallisen teknologian instituutin tutkimukset jakaantuvat yhteensä viiteen eri tutkimustoimintaohjelmaan. Yliopistotutkimus Euroopassa ja ympäri maailmaa elää eräänlaista murrosvaihetta, missä myös kuninkaallinen teknologian instituutti on mukana. Nykymaailman haasteet, kuten ilmastonmuutos ja yliverotettu kuljetusinfrastruktuuri tarvitsevat laajapohjaista lähestymistapaa tutkimuksissa. (33.)

Kuninkaallisen teknologian instituutin viisi eri tutkimustoimintaohjelmaa ovat energiatekniikka, tieto- ja viestintäteknologia, materiaalitekniikka, biotiedeteknologia ja kuljetustekniikka. Energiatekniikassa tutkitaan muun muassa erilaisia akkuja, biomassaa, hiilen talteenottoa, fuusiota, lämpöpumppuja, vesivoimaa, ydinvoimaa, aurinkovoimaa ja tuulivoimaa. (33.)

Kuninkaallisen teknologian instituutin tieto- ja viestintäteknologian tutkimustoimintaohjelmassa tutkitaan muun muassa viestintäverkkoja, langattomia

järjestelmiä ja palveluita, sekä hajautettuja järjestelmiä. Materiaalitekniikan tutkimustoimintaohjelmassa tutkitaan muuan muassa metallisia materiaaleja ja sähköisiä sovelluksia. Biotiedeteknologian tutkimustoimintaohjelmassa tutkitaan puolestaan biomateriaaleja ja luodaan erilaisia matemaattisia tutkimuksia. Kuljetustekniikan tutkimustoimintaohjelmassa tutkitaan muun muassa kokonaisvaltaisia kuljetusjärjestelmiä, tulevaisuuden kuljetusinfrastruktuuria ja innovatiivisia kulkuneuvokonsepteja. (33.)

Toimintaohjelmien tarkoituksena on koordinoida suuria, monialaisia tutkimushankkeita, joihin osallistuvat yliopiston opettajat ja opiskelijat yhdessä ulkopuolisten tutkimuskumppaneiden kanssa. Nämä aloitteet käsittävät niin perus kuin soveltavaakin tutkimusta. Toimintaohjelmien tarkoituksena on myös auttaa investointien suunnittelussa ja auttaa luomaan siteitä teollisuuden ja julkisen sektorin kanssa yhteistyön toteuttamiseksi. (33.)

7 SUPRAJOHTUVA, KÄYTTÖVARMA, KEVYT JA TEHOKKAAMPI MERELLÄ SIJAITSEVA TUULITURBIINI

7.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Euroopan unioni on käynnistänyt ensimmäinen joulukuuta 2012 tutkimushankkeen, jonka avulla luodaan entistä parempi merellä sijaitseva tuuliturbiini. Tutkimushankkeen tavoitteena on luoda suprajohuva tuuliturbiinigeneraattori. Tutkimushanke päättyy 30. päivä marraskuuta 2016 ja sen kokonaishinta on 5.398.019 €, mistä maksettava Euroopan unionin osuus on yhteensä 3.891.058 €. (34.)

Kyseessä on tutkimus, joka keskittyy suuren innovaation luomiseen merellä sijatsevan tuulivoiman alalla kehittämällä kompaktin suprajohutimiin perustuvan generaattorin. Tutkimuksen tarkoitus on saada aikaan tärkeä läpimurto merellä sijaitsevan tuulivoiman alalla luomalla innovatiivisen, kevyen, lujan ja luotettavan 10 megawatin luokkaan kuuluvan merellä sijaitsevan tuuliturbiinin, mikä perustuu suprajohutvaan generaattoriin. (34.)

Tämän päivän vaihteelliset ja suoraan ohjatut pysyvään magneettiin perustuvat generaattorit ovat siinä tilanteessa, että niitä on vaikea skaalata suuremmiksi. Niiden suuri koko ja paino lisäävät kustannuksia. Tarvitaan uusia ratkaisuja paremman tehon

skaalauksen, painon alentamisen ja käyttövarmuuden parantamisen luontiin. Suprajohdeteknologian voi olla ainoa ratkaisu tuuliturbiinien painon laskemiseen, samalla kun ne skaalataan 10 megawatin suuruusluokkaan. (34.)

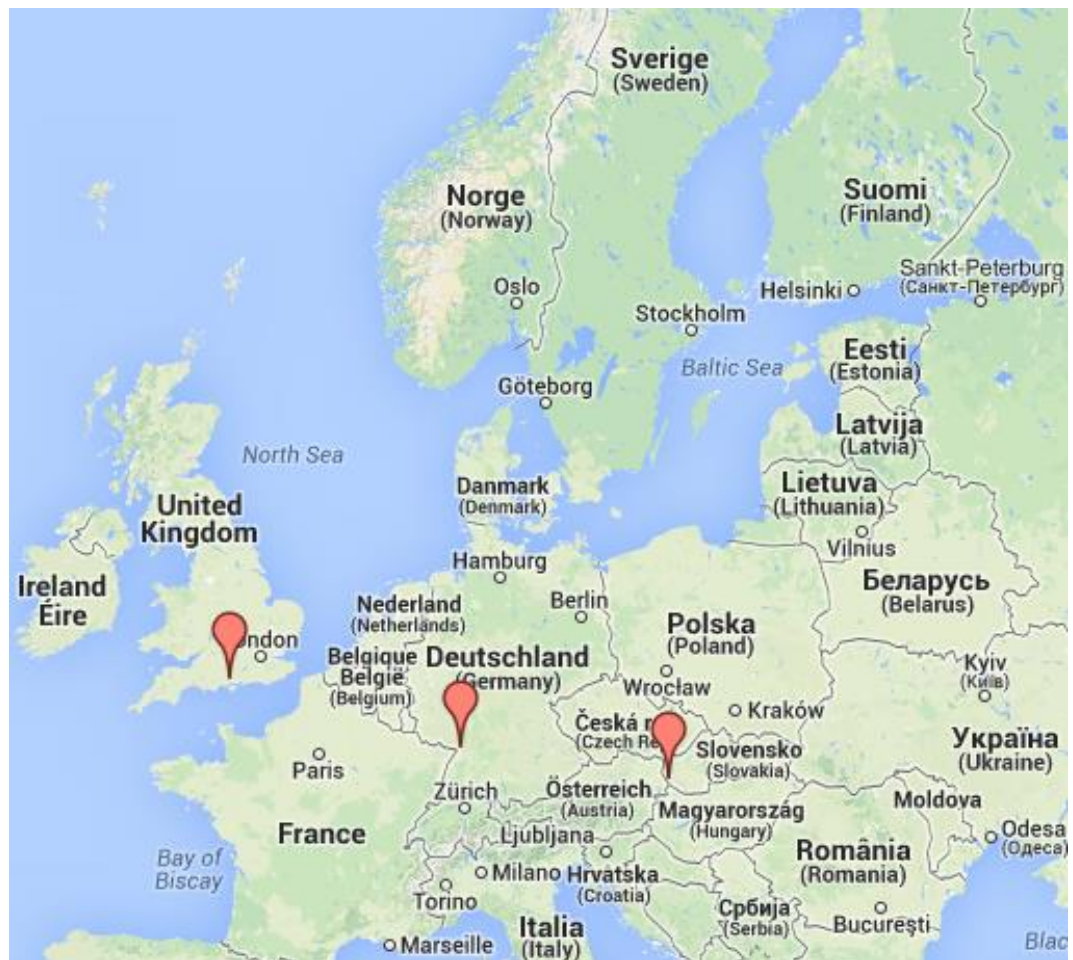
Tutkimus pyrkii saavuttamaan seuraavat yleiset tavoitteet: Tavoitteena on laskea turbiinin painoa, kokoa ja hintaa suprajohtimiin perustuvan kompaktin generaattorin avulla. Tavoitteena on myös laskea kuljetuksen hintaa ja pidentää elinkaarta uuden innovatiivisen suoraohjauksen avulla. (34.)

Tutkimus lähtee liikkeelle jo patenttia hakevalla konseptilla. Tutkimuksen koordinaattori on koonnut tutkimusta varten huippuluokan eurooppalaisen konsortion seitsemästä eri maasta. Tutkimuksen teollisiin kumppaneihin kuuluvat tuuliturbiinin valmistaja, energiayritys, suprajohtimien valmistaja, kryogeenisien järjestelmien toimittaja ja merellä sijaitsevan teknologian suunnittelutoimisto. Koordinaattorin lisäksi tutkimuskumppaneihin kuuluu suuri laboratorio, millä on paljon kokemusta liittyen suprajohdeteknologiaan, yliopisto ja kansallinen instituutio. (34.)

Tämän tutkimushankkeen hankekumppaneina toimivat yritykset Oerlikon Leybold Vacuum GMBH Saksasta, Acciona Energia S.A. Espanjasta, Acciona Windpower S.A. Espanjasta, Columbus Superconductors SPA Italiasta ja D2M Engineering SAS Ranskasta. Tutkimushankkeen koordinaattorina toimii tutkimuslaitos Fundacion Tecnalia Research & Innovation Espanjasta. (34.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeimpiä hankekumppaneita ovat yliopistot ja korkeakoulut. Tässä tutkimushankkeessa ovat mukana Karlsruhenin teknologian instituutti Saksasta, Slovakian tieteen akatemia ja Southamptonin yliopisto Englannista. (34.)

7.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 5. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen ja korkeakoulujen sijainti Euroopassa.

7.2.1 Karlsruhenin teknologian instituutti

Karlsruhenin teknologian instituutti on teknologian instituutti Karlsruhenissa Saksassa. Instituutti perustettiin lokakuun 1. päivä vuonna 2009. Instituutti työllistää yhteensä 9.254 henkeä, joista 359 on professoreja ja 5.880 liittyy jollakin tavalla opetukseen tai instituutin tekemään tutkimustyöhön. Opiskelijoita instutissa oli syyslukukaudella 2013/2014 yhteensä 24.528, joista lähes 11.000 opiskeli insinööritieteitä. Instituutin vuosibudjetti opetukseen vuonna 2012 oli yhteensä 407 miljoonaa euroa ja tutkimusbudjetti oli yhteensä 378 miljoonaa euroa. Instituutilla on yhteensä 72 patenttihakemusta. (35.)

Karlsruhenin teknologian instituutissa yhteensä 11 eri koulutusohjelmaa. Nämä koulutusohjelmat ovat arkkitehtuuri, rakennustekniikka, geotekniikka ja ympäristötekniikka, kemia ja biotiede, kemiantekniikka ja prosessitekniikka, sähkötekniikka ja tietotekniikka, humanistiset tieteet ja yhteiskuntatieteet, informatiikka, konetekniikka, matematiikka, fysiikka ja taloustiede ja johtaminen. (36.)

Karlsruhenin teknologian instituutti tekee tutkimusta liittyen energiatekniikkaan. Instituutin energiakeskuksessa työskentelee yhteensä 1.100 henkeä ja se onkin yksi Euroopan suurimmista energiatekniikan tutkimuskeskuksista. Energiakeskuksen tieteiden välinen tutkimus yhdistelee perustavaa laatua olevaa tutkimusta yhdessä soveltavan tutkimuksen kanssa. Tutkimus ulottuu useille eri energiatekniikan sektoreille: teollisuuteen, kotitalouksiin, palveluihin ja liikkuvuuteen. (37.)

Toimivalta ulottuu teknologiaan ja tieteeseen, mutta myös taloustieteeseen, humanistisiin ja yhteiskuntatieteisiin ja lakitieteeseen. Energiakeskuksen toiminta koostuu yhteensä seitsemästä eri aihekokonaisuudesta: Energian muodonmuuttuminen, uusiutuvat energiat, energian varastointi ja jakelu, tehokas energian käyttö, fuusioteknologia, ydinenergia ja turvallisuus ja energiajärjestelmien analysointi. (37.)

7.2.2 Slovakian tieteen akatemia

Modernin tieteen alku 1500 ja 1600-luvuilla johti uusien instituutioiden ja yliopistojen muodostamiseen. Nämä instituutiot rakentuivat Platonin perinteen mukaisesti. Vuonna 1735 Matej Bel halusi muodostaa instituution Slovakiaan. Hän ehdotti instituution paikaksi Bratislavaa, mutta hänen ehdotustaan ei koskaan toteutettu. Vuonna 1792 Slovakian kansallismielisten kielitieteilijöiden aloitteesta perustettiin slovakialainen oppineiden yhteisö. Joitakin vuosia myöhemmin vuonna 1892 Andrej Kmet kirjoitti kansallisiin uutisiin ja ehdotti Slovakian tieteen akatemian perustamista. Lopulta 2. heinäkuuta 1942 perustettiin Slovakian tieteen ja taiteen akatemia. Toisen maailmansodan jälkeen akatemia nimettiin Slovakian tieteen akatemiaksi. (38.)

Tänä päivänä Slovakian tieteen akatemia esittelee onnistuneesti itseään kansallisesti ja maailmanlaajuisesti sen tekemän perustavaa laatua olevan ja soveltavan tutkimuksen

kautta. Tieteen akatemia koostuu yhteensä 69 eri organisaatiosta, joista 48 on budjetoitu ja 21 on tuettu. (38.)

7.2.3 Southamptonin yliopisto

Southamptonin yliopisto on yliopisto Southamptonissa Isossa-Britanniassa.

Yliopistossa opiskelee yhteensä 23.000 opiskelijaa. Jatkotutkinnon opiskelijoita ja tutkijoita yliopistossa on yhteensä 4.000. 56% opiskelijoista on naisia ja 44% miehiä. Yliopistossa on yhteensä 5.000 ulkomaista opiskelijaa, jotka edustavat yli 130 eri kansallisuutta. Yliopisto on arvosteltu maailman 86. parhaaksi. Yliopistossa voi suorittaa tutkinnon yhteensä 200 eri koulutusohjelmassa, jotka jakaantuvat 70 eri aihealueeseen. Yliopistolla on yhteensä 6 eri kampusta, näistä neljä on Southamptonin eri osissa, yksi Winchesterissä ja yksi Malesiassa. (39.)

Southamptonin yliopistossa on useita tutkintoon johtavia koulutusohjelmia. Opiskelija voi syventyä esimerkiksi kemiaan, rakennustekniikkaan, tietotekniikkaan, taloustieteeseen, sähkötekniikkaan, yrittäjyyteen, ympäristötekniikkaan, kuvataiteeseen, ranskan kieleen, maantieteeseen, saksan kieleen tai vaikka konetekniikkaan. (40.)

Southamptonin yliopistossa on useita eri tutkimuslaitoksia, mitkä tekevät siitä yhden parhaista opiskeluympäristöistä Isossa-Britanniassa. Tutkimuslaitoksiin kuuluu muun muassa tuulitunneli, missä voidaan testata kaikkea jahdeista ja tuulivoimaloista aina kilpa-autoihin asti. Tuulitunnelit palvelevat useita eri käyttötarkoituksia, joita ovat opetus, tutkimus ja kaupallinen käyttö. Yliopistolla on myös oma lentosimulaattori, jonka ovat kehittäneet itse yliopiston opiskelijat. Tätä lentosimulaattoria käytetään erilaisten lentävien ajoneuvojen suunnittelussa. (41.)

Lääketiedettä varten yliopistosta löytyy oma kliininen akateeminen tutkimuslaitos. Tutkimuslaitoksen tarkoituksena on kehittää potilaan turvallisuutta ja sen hoitoa. Lääketiedettä varten on myös olemassa useita biomekaniikan laboratorioita. Yliopistolla on myös lukuisia muita tutkimuskeskuksia. (41.)

Southamptonin tekemät tutkimukset ovat vaikuttaneet huomattavasti eri aloihin. Yliopiston tutkijat työskentelevät useiden tämän päivän yhteiskuntaan vaikuttavien asioiden kanssa, kuten esimerkiksi ilmaston muutos, globaali terveys ja uusiutuvat

energiamuodot. Yli 150 erilaista kansainvälistä yritystä on valinnut Southamptonin yliopiston kumppanikseen tutkimuksessaan ja kehityksessään. Yliopisto työskentelee useiden erikokoisten korkean teknologian yritysten kanssa. Yliopisto on kehittänyt muun muassa kupla akustiikkaa, millä on useita erilaisia sovelluskohteita. Yliopisto on kehittänyt myös älykkäitä liikenteenohjussjärjestelmiä, joiden tavoitteena on välttää ruuhkat kaupungeissa ja moottoriteillä. (42.)

8 TULEVAISUUDEN SYVÄN MEREN TUULITURBIINITEKNOLOGIA

8.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen lokakuuta 2010 Euroopan unioni on käynnistänyt tutkimushankkeen, minkä avulla kehitetään syvän meren tuuliturbiiniteknoologiaa. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää uusi konsepti syvän meren tuulivoiman tuottamista varten. Tutkimushanke päättyy 30. päivä syyskuuta 2014 ja sen kokonaishinta on 4.178.234 €, josta maksettava EU:n osuus on yhteensä 2.992.438 €. (43.)

Tämän tutkimuksen olettamuksena on, että uusi tuuliturbiinikonsepti on kustannustehokkaampi merellä sijaitsevana, kuin maalla sijaitsevana. Tähän olettamukseen perustuen tutkimuksen päätehtäviin kuuluu uusien teknologioiden löytäminen uuden yksinkertaisen ja kelluvan vertikaalisen akselin omaavan tuuliturbiinin kehittämistä varten. Päätehtäviin kuuluu myös laskenta ja suunnitteluohjelmien kehittäminen tämänlaisten tuuliturbiinien kehittämistä varten ja konseptin kokonaisarviointi käyttäen kelluvia horisontiaalisen akselin omaavia tuuliturbiineja. (43.)

Kaikesta huolimatta tämänlaisen teknologian kehittämiseen kuuluu laajoja haasteita, mitkä tarvitsevat täsmällistä tutkimustyötä. Tutkimustyöhön kuuluu järjestelmän dynamiikan kehittäminen, parempien siipien kehittäminen, uuden generaattorin kehittäminen ja uuden kiinnitysjärjestelmän kehittäminen. (43.)

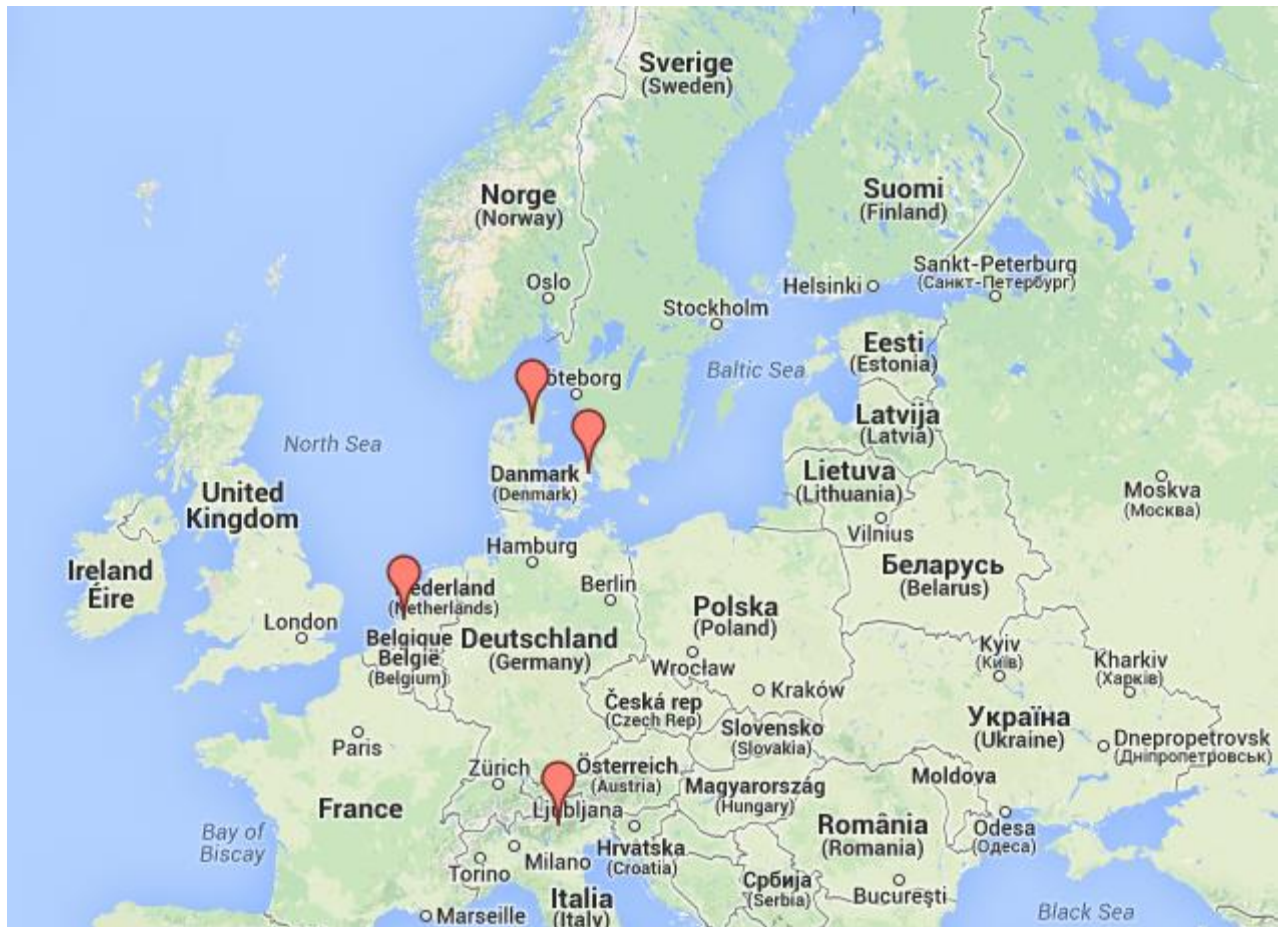
Arvioidakseen konseptiin kuuluvaa teknologiaa projekti käsittää numeerisia työkaluja, joilla arvioidaan energian tuotantoa, dynamiikkaa ja kuormia. Projekti käsittää myös suunnitteluohjelmia siipien suunnittelua ja valmistusta varten, suunnitteluohjelmia

generaattorin valmistusta varten ja ohjelmia, joilla varmistetaan teknologian laatu.
(43.)

Tämän tutkimusohjelman hankekumppaneihin kuuluvat yritykset: Sintef Energi AS Norjasta, DHI Tanskasta, Nenuphar Sarl Ranskasta, Vestas Wind Systems A/S Tanskasta, Alliace for sustainable energy LLC Isosta-Britanniasta ja Statoil ASA Norjasta. Tutkimusohjelmassa on mukana myös kaksi tutkimuslaitosta: Norsk marinteknisk forskningsinstitut AS Norjasta ja Stichting maritiem research instituut Nederland Hollannista. (43.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu on kiinnostunut hankekumppaneista, jotka ovat yliopistoja tai muita korkeakouluja. Tässä tutkimuksessa on mukana seuraavat yliopistot ja korkeakoulut: Aalborgin yliopisto Tanskasta, Delftin teknologian yliopisto Alankomaista ja Trenton yliopisto Italiasta. Tutkimuksessa oli mukana myös Tanskan teknillinen yliopisto. Tanskan teknillinen yliopisto toimi tutkimuksessa koordinaattorina. (43.)

8.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 6. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen ja korkeakoulujen sijainti Euroopassa.

8.2.1 Aalborgin yliopisto

Aalborgin yliopisto on yliopisto Aalborgissa Tanskassa. Aalborgin yliopisto syntyi kun useampi instituutio yhdistyi luoden useita uusia tiedekuntia vuonna 1974. Aalborgin yliopiston vanhin tutkimusohjelma perusteettiin vuonna 1768. Yliopistoon liitettiin myöhemmin 1920 perustettu Aalborgin paikallinen kauppakoulu, 1947 perustettu Tanskalainen rakennustutkimuskoulu, 1955 perustettu Esbjergin teknillinen korkeakoulu, 1963 perustettu Aalborgin teknillinen korkeakoulu, 1966 perustettu Aalborgin sosiaalityön koulu, 1967 Aalborgissa sijainnut Tanskan insinööritieteiden

akatemia ja 1969 perustettu Kööpenhaminan kauppakoulun Aalborgin paikallisosasto. (44.)

Aalborgin yliopistokeskus vihittiin käyttöön vuonna 1974 ja silloin myös humanististen tieteiden, yhteiskuntatieteiden ja tekniikan ja tieteen tiedekunnat perustettiin. Vuonna 1994 yliopistokeskus muutti nimensä Aalborgin yliopistoksi. Vuonna 1966 perustettiin arkkitehtuurin ja muotoilun osasto, vuonna 2008 perustettiin lain osasto ja vuonna 2010 perustettiin lääketieteen tiedekunta. (44.)

Aalborgin yliopistossa opiskelee yli 14.000 opiskelijaa. Yliopiston opiskelijoista noin 10 % ovat kansainvälisiä opiskelijoita, jotka tulevat maista eri puolilta maailmaa. Yliopisto työllistää noin 2.850 työntekijää tieteellisissä ja hallinnollisissa tehtävissä. Aalborgin yliopistolla on yhteensä 5 eri kampusta. Vuonna 2009 yliopistosta valmistui 1.331 opiskelijaa maisterin ja 117 opiskelijaa tohtorin tutkintoon. (45.)

Aalborgin yliopistossa voi suorittaa kandidaatin tutkinnon 10 eri ohjelmassa. Nämä ohjelmat ovat: taide ja teknologia, kemiantekniikka ja bioteknologia, taloustiede ja liiketalousjohtaminen, elektroniikka ja tietotekniikka, tietotekniikka, viestintä ja uusi media, kieli ja kansainvälisyysopinnot, valmistustekniikka ja toiminnan suunnittelu, medialogia, robotiikka ja kestävä bioteknologia. (46.)

Maisterin ja diplomi-insinöörin tutkintoon tähtääviä koulutusohjelmia löytyy Aalborgin yliopistosta huomattavasti useampia. Opiskelija voi esimerkiksi syventyä bioteknologiaan, kemiaan, ohjaukseen ja automaatioon, energiatekniikkaan, ympäristötekniikkaan, teolliseen muotoiluun, materiaalitekniikkaan, nanoteknologiaan, tehoelektroniikkaan, kestävään energiatekniikkaan, matkailualaan tai tuulivoimajärjestelmiin. (47.)

Aalborgin yliopistossa energiatekniikan koulutusohjelma tähtää tulevaisuuteen. Yliopistossa opiskelijan on valittava yksi viidestä eri suuntautumisvaihtoehdosta. Nämä suuntautumisvaihtoehdot ovat: sähköiset voimajärjestelmät ja korkean jännitteen tekniikka, polttokennot ja vetyteknologia, mekatroniikka ohjausjärjestelmät, tehoelektroniikka, lämpöenergia ja prosessitekniikka ja tuulivoimajärjestelmät. (48.)

8.2.2 Delftin teknologian yliopisto

Delftin teknologian yliopisto on teknologian yliopisto Delftissä Alankomaissa. Yliopiston historia alkaa vuodesta 1842, jolloin perustettiin kuninkaallinen akatemia. Kuninkaallisen akatemian perusti Alankomaiden kuningas Willem toinen tammikuun 8. päivä vuonna 1842. Vuonna 1864 kuninkaallinen akatemia muutettiin ammattikorkeakouluksi ja vuonna 1905 ammattikorkeakoulusta tuli teknologian instituutti. Vuonna 1986 teknologian instituutista tuli lopulta Delftin teknologian yliopisto. (49.)

Delftin teknologian yliopistossa opiskelee yhteensä 17.530 opiskelijaa, joista 2.769 ovat kansainvälisiä opiskelijoita. Ensimmäisen vuoden opiskelijoita yliopistossa on yhteensä 3.613. Yliopistossa on yhteensä 15 eri kandidaatin koulutusohjelmaa ja 33 diplomi-insinöörin koulutusohjelmaa. Yliopisto työllistää yhteensä 2.491 henkeä. (50.)

Delftin teknologian yliopistossa on yhteensä 15 eri kandidaatin tutkintoon johtavaa koulutusohjelmaa. Nämä koulutusohjelmat ovat: soveltavat geotieteet, ilmailutekniikka, soveltava matematiikka, soveltava fysiikka, arkkitehtuuri, rrakennustekniikka, tietotekniikka, sähkötekniikka, teollinen muotoilu, biotieteet, meritekniikka, konetekniikka, molekyyli­tieteet ja teknologia, nanobiologia ja järjestelmäteknikka. (51.)

Delftin teknologian yliopisto tekee ydinvoimaan liittyvää tutkimusta. Yliopisto pyrkii tutkimuksellaan edistämään ydinvoiman turvallisuutta ja parantamaan ydinvoimaloiden hyötysuhdetta. Yliopisto pyrkii myös vähentämään ydinjätteen radioaktiivisuutta ja pyrkii käyttämään radionuklideja lääketieteellisissä ja teollisissa sovelluksissa. Yliopistolla on oma ydinvoiman tutkimusreaktori. (52.)

Yliopisto tekee myös biomassaan liittyvää tutkimusta. Yliopisto pyrkii muuttamaan syömättömäksi kelpaamattoman biomassan energian lähteeksi ja biokemikaaliksi käyttämällä kemiallisia ja bioteknologisia muuntamisteknologioita. Tutkimusta tehdään myös biomassan kuljetuksen ja logistiikan alalla. Yliopisto keskittyy pääasiassa kolmeen eri tutkimusaiheeseen: biomassan palaminen, biomassan kaasuuntuminen ja biojalostaminen. (53.)

Maapallo vastaanottaa 10.000 kertaa enemmän aurinkovoimaa kuin tarvitsemme. Delftin yliopisto on pannut tämän merkille ja tekee myös aurinkovoimaan liittyvää tutkimustyötä. Vaikka aurinkovoiman hinta on tänä päivänä varsin kilpailukelpoisella tasolla, on aurinkokennojen hankintahinta varsin korkea. Delftin teknologian yliopisto pyrkii alentamaan aurinkovoiman hintaa luomalla energiatehokkaampia aurinkokennoja ja kehittämällä niihin uusia materiaaleja ja järjestelmiä. Yliopisto pyrkii luomaan myös halvempia aurinkokennojen valmistusmenetelmiä. Yliopiston omassa aurinkovoiman laboratoriossa testataan ja valmistetaan oikeita aurinkokennoja. (54.)

On ennakoitavissa, että tuulivoima voi täyttää yli 10% Euroopan sähköntarpeesta. Alankomaissa tämä tarkoittaa erityisesti suurta potentiaalia merellä sijaitsevassa tuulivoimassa. Delftin teknologian yliopisto on mukana kehittämässä tuulivoimaa. Merellä sijaitseva tuulivoima tarvitsee kuitenkin vielä paljon kehittämistä teknologian saralla ja tämän päivän sähköverkot eivät ole valmiita suuren luokan tuulivoiman kehittämiseen. Delftin teknologian yliopisto tähtää tuulivoiman kehittämiseen sellaiselle tasolle, että merkittävä osa energiastamme luotaisiin tuulivoimalla. Yliopisto pyrkii tutkimuksensa avulla alentamaan tuulivoiman tuottamisen hintaa. (55.)

Geo-energia tulee varmasti tulevaisuudessakin pysymään taloudellisen hyvinvoinnin kulmakivenä. Maakaasun rooli energiassa on hyvin tärkeä ja sitä se tulee varmasti olemaan jatkossakin. Alankomaat ovat riippuvaisia tuontimaakaasusta. Maalämpö sen sijaan on uusiutuva geo-energian muoto. Delftin teknologian yliopisto tekee tutkimusta liittyen geo-energiaan. Maakaasun ja maalämmön lisäksi geo-energiaan kuuluu myös öljy. Yliopisto tekee tutkimusta liittyen geo-energian turvalliseen käyttöön ja sen havaitsemiseen. Yliopisto pyrkii luomaan teknologioita, joilla päästään vaikeasti tavoitettavaan öljyyn käsiksi helpommin. Yliopisto tekee myös tutkimusta liittyen hiilen talteenottoon ja maalämmön havaitsemiseen ja pumppamiseen kotitalouksiin ja kaupallisiin rakennuksiin. (56.)

8.2.3 Trenton yliopisto

Trenton yliopisto on yliopisto Trentossa Italiassa. Yliopistossa on yhteensä 10 eri osastoa ja 25 kandidaatin tutkintoon johtavaa ohjelmaa. Maisterin tutkintoon johtavia tutkinto-ohjelmia yliopistossa on yhteensä 29. Yliopistossa opiskelee yhteensä 16.265 opiskelijaa. Yliopistossa on yhteensä 573 professoria tai tutkijaa ja ei akateemista henkilökuntaa yliopistossa on yhteensä 668 henkeä. (57.)

Yliopistolla on yhteensä 10 osastoa tai tiedekuntaa. Nämä tiedekunnat ovat: rakennus-, ympäristö- ja konetekniikka, taloustiede ja johtaminen, lain tiedekunta, humanististen tieteiden tiedekunta, tuotantotekniikka, tietotekniikka ja tietojenkäsittelyoppi, matematiikka, fysiikka, psykologia ja kognitiotiede ja sosiologia ja yhteiskunnan tutkimus. (58.)

9 TUTKIMUS HIILIDIOKSIDIN TALTEENOTON VAIKUTUKSISTA JA SEN TURVALLISUUDESTA

9.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Ensimmäinen tammikuuta 2010 Euroopan unioni on käynnistänyt tutkimushankkeen, jossa tutkitaan hiilen talteenoton vaikutuksia ja sen turvallisuutta. Tutkimuksen tavoitteena on tutkia minkälaisia vaikutuksia esimerkiksi talteenottokeskusten vuodoilla olisi ympäristölle. Tutkimushanke päättyy 31. joulukuuta 2013 ja sen kokonaishinta on 5.258.119 €, josta maksettava EU:n osuus on yhteensä 3.958.530 €. (59.)

Vaikka merkittäviä vuotoja hiilen talteenottokeskuksista ei ole odotettavissa, siitä voisi koitua haitallisia ympäristöllisiä vaikutuksia, joita ei ole kunnolla rajattu. Tutkimuksen tavoitteena on toimittaa perustavaa laatua oleva tutkimus ympäristön vaikutuksista, jota tarvitaan tukemaan puitteita hiilen talteenottokeskusten turvalliselle hallinnalle. Tämän saavuttaakseen tutkimus määrällisesti arvioi vuodon vaikutuksia. Arviointi koostuu kenttälaboratorioiden testeistä, mittauksista luonnollisilla vuotopaikoilla ja useista simuloinneista, sekä maan että meren ekosysteemeissä. (59.)

Tämä tutkimus säätää uudet määritykset hiilidioksidin vuodon vaikutuksille ihmiseen ja maan ja meren ekosysteemeihin. Tutkimus tuottaa perustavaa laatua olevat tiedot

erilaisten talteenottokeskusten turvallisuuden tiukkaan arviointiin, ympäristön vaikutusten arvioinnin suorittamiseen erilaisina aikakausina, talteenottokeskusten suunnitteluun minimoidakseen vaarat ja apua seurantastrategioiden suunnitteluun. Tämä lähestymistapa tulee täyttämään OSPAR-yleissopimuksen ja EC direktiivin sekä ympäristönsuojelun varmistamisessa, että seurantaohjelman suunnittelussa. (59.)

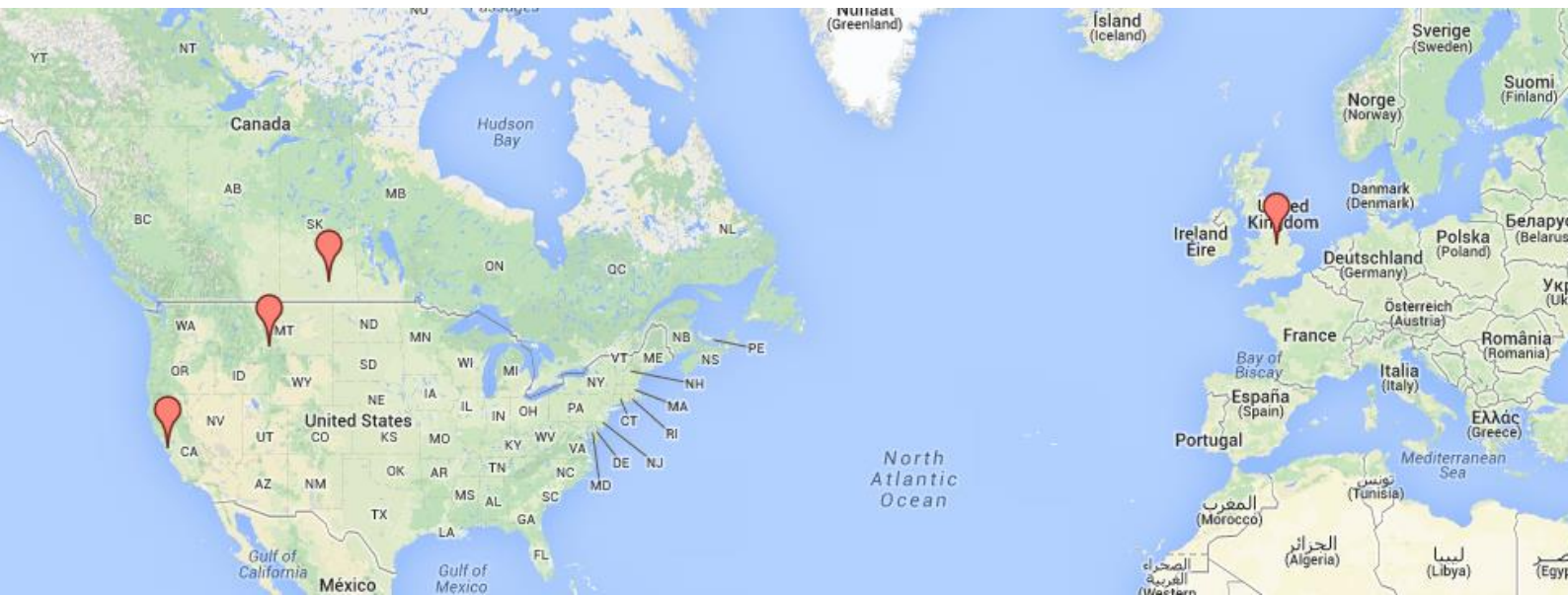
Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto on viime aikoina julkaissut säännöt hiilidioksiin talteenotolle ja haavoittovuuden arvioinnin hiilidioksidin geologiselle varastoinnille. Tämä tutkimus rakentuu näiden puitteiden päälle ja luo samanlaiset puitteet eurooppalaisin tarpein. Saavuttaakseen nämä tavoitteet on kerätty ryhmä hyvin keskitetyllä asiantuntemuksella, jotta voidaan arvioida sekä pohjois- että etelä-Euroopan vaikutusskenaariot maalla että merellä. (59.)

Tämän tutkimuksen hankekumppaneita ovat yritykset RWE Power AG Saksasta, Vattenfall Research and Development AB Ruotsista, CO2CRC Management PTY LTD Australiasta, Public Power Corporation S.A. Kreikasta, Sintef Petroleumsforskning AS Norjasta, Enel Ingegneria e ricerca SPA Italiasta ja Statoil Petroleum AS Norjasta. (59.)

Tutkimuksen hankekumppaneina toimivat myös tutkimuslaitokset Natural environment research council Isosta-britanniasta, Istituto nazionale di oceanografia e di sperimentale OGS Italiasta, Stichting dienst landbouwkundig onderzoek Hollannista, Centre of research and technology Hellas Kreikasta, Plymouth marine laboratory Isosta-britanniasta, E.ON new build and technology limited Isosta-britanniasta, Quintessa limited Isosta-britanniasta, CO2GEONET Reseau d'excellence europeen sur le stockage geologique de co2 Ranskasta, Bundesanstalt für geowissenschaften und rohstoffe Saksasta, Zero emission resource organisation Norjasta ja Norwegian institute for agricultural and environmental research – Bioforsk Norjasta. (59.)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta tärkeimpiä hankekumppaneita ovat kuitenkin erilaiset yliopistot ja korkeakoulut, joita ovat: Nottinghamin yliopisto Isosta-britanniasta, Montanan yliopisto Yhdysvalloista, Sapienza Rooman yliopisto Italiasta, Reginan yliopisto Kanadasta ja Stanfordin yliopisto Yhdysvalloista. (59.)

9.2 Tutkimuksessa mukana olevat yliopistot ja korkeakoulut



Kuva 7. Tutkimuksessa mukana olevien yliopistojen ja korkeakoulujen sijainti maailmassa.

9.2.1 Nottinghamin yliopisto

Nottinghamin yliopisto on yliopisto Nottinghamissa Isossa-britanniassa. Nottinghamin yliopistoon kuuluu yhteensä 8 kampusta, joista kaksi sijaitsee ulkoimailla. Yksi kampus on Kiinassa ja toinen Malesiassa. Suurin kampuksista on University Park kampus. (60.)

Nottinghamin ensimmäinen kansalaiskorkeakoulu avattiin kaupungin keskustassa vuonna 1881. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen koulu oli kuitenkin jo liian pieni kasvavalle opiskelijamäärälle ja vuonna 1928 korkeakoulu muuttikin nykyisen pääkampuksen paikalle University Parkkiin. Vuonna 1948 Nottinghamin korkeakoulusta tuli viimein Nottinghamin yliopisto. (61.)

Yliopisto on jatkanut kasvuaan näihin päiviin asti ja vuosien aikana on rakennettu joukko uusia kampuksia. 1970 avattiin uusi lääketieteen koulu, mikä oli ensimmäinen uusi lääketieteen koulu 1900-luvulla Isossa-britanniassa. Vuonna 1999 aloitettiin Jubilee kampuksen kehittäminen ja kampus saatiinkin valmiiksi maaliskuussa 2009.

Jubilee kampus on voittanut useita palkintoja ympäristöystävällisten piirteidensä vuoksi. (61.)

Yliopisto avasi uuden kampuksen Malesiassa vuonna 2000 ja myöhemmin Malesian kampukselle saatiin uudet tilat syyskuussa vuonna 2005. Malesian kampuksen uudet tilat sijaitsevat Semeniyhissä lähellä Kuala Lumpurin kansainvälistä lentokenttää. Maaliskuussa 2005 avattiin King's Meadow kampus Nottinghamissa. Kampuksella on useimmat Nottinghamin yliopiston hallinnollisista ja tukevista yksiköistä. (61.)

Yliopiston Kiinan kampus valmistui vuonna 2004 Ningbossa ja silloin ensimmäiset opiskelijat hyväksyttiin kampukselle opiskelemaan. Nottinghamin yliopisto oli ensimmäinen ulkomainen yliopisto, mikä rakensi itsenäisen kampuksen Kiinaan. Huhtikuussa 2007 avattiin eläinlääketieteellinen kampus Nottinghamissa. Koulu oli ensimmäinen eläinlääketieteellinen koulu viimeisen 50-vuoden aikana Isossa-britanniassa. (61.)

Koska Nottinghamin yliopisto on suuri korkeakoulu, siellä on myös paljon erilaisia päälinjoja perustutkinnon ja jatkotutkinnon suorittamiselle. Yliopistossa voi opiskella taidetta, mistä voi aineekseen valita esimerkiksi taidehistorian tai vaikka saksan kielen opiskelun. Tekniikka tarjoaa aineeksi arkkitehtuuria, kemian ja ympäristötekniikan, rakennustekniikan, sähkö ja elektroniikka-alan opintoja, sekä kone-, materiaali ja valmistustekniikan alan opintoja. (62.)

Yhteiskuntatieteet tarjoavat opintosuuntauksiksi esimerkiksi liiketaloutta, lakia, maantiedettä ja politiikkaa. Lääketieteen ja terveystieteen aineita ovat puolestaan esimerkiksi sairaanhoito ja eläinlääketiede. Tieteen puolelta aineekseen voi valita esimerkiksi kemiaa, biologiaa, matematiikkaa tai psykologiaa. (62.)

Nottinghamin yliopistoa hallinnoi kaksi hallintoelintä. Nämä ovat valtuusto ja senaatti. Yliopiston päähallintoelin on valtuusto. Valtuusto kerääntyy koolle viidesti vuodessa ja päättää yliopiston strategisista suunnitelmista. Valtuusto vastaa myös yliopiston raha-asioista, rakennuksista ja henkilökunnasta. Valtuusto koostuu 14 ulkopuolisesta jäsenestä, kahdesta opiskelijajäsenestä, yhdeksästä akateemisesta jäsenestä ja yhdestä rekisteripitäjästä, joka toimii sihteerinä. Yliopiston senaatti kokoontuu kolmesti vuodessa ja se vastaa tenttien ja opetuksen ohjauksesta ja säätelystä. (63.)

Nottinghamin yliopisto tekee energiaan liittyvää tutkimustyötä. Nottinghamin yliopisto on johtava kansainvälinen keskus energian tutkimuksessa. Yliopiston tutkimukset kattavat niin bioenergian, fossiiliset polttoaineet, energian varastoinnin, kuin myös rakennusympäristön. (64.)

Nottinghamin fossiilisten polttoaineiden ja hiilen talteenoton tutkimusohjelma on laajentunut huomattavasti viimeisen kolmen vuoden aikana. Nykyisten tutkimusten arvo on yhteensä 14 miljoonaa puntaa. Tutkimukset perustuvat yhteistyöhön ja yliopisto tekeekin yhteistyötä tällä hetkellä Kiinan tieteiden akatemian, Tsinghain ja Zhejiangin yliopistojen kanssa. (65.)

Nottinghamin yliopisto tekee biopolttoaineisiin liittyvää tutkimusta. Tänäpäivänä suurin osa viljelykasvien jätteistä, kuten ohra ja olki aurataan takaisin maaperään. Nottinghamin yliopiston tutkijat etsivät kaikista tehokkaimpia menetelmiä käyttää kasvien ei syötävät osat polttoaineena. Tutkimuksessa on useita haasteita, kuten esimerkiksi kuinka saada kasvit korjattua ilman haitallisia kemikaaleja. (66.)

Rakennussektori tuottaa paljon hiilidioksidipäästöjä. Yhdistyneessä kuningaskunnassa rakennukset tuottavat yli 50 % hiilidioksidipäästöistä. Talojen lämmitys ja valot tuottavat yhteensä noin 27 % hiilidioksidipäästöistä. Isossa-Britanniassa on asetettu tavoite, että kaikkien uusien talojen tulisi olla päästöttömiä vuoteen 2016 mennessä. Nottinghamin yliopisto on mukana kehittämässä entistä parempia lämpöpumppuja ja entistä parempia eristyksiä taloihin, jotta Ison-Britannian hiilidioksidipäästöjen tavoitteisiin päästäisiin. Vuodesta 2000 asti yliopisto on rakentanut taloja, jotka käyttävät energian lähteenään uusiutuvia energian muotoja, kuten aurinkovoimaa ja tuulivoimaa. Jokainen talo rakennetaan teollisten sponsoreiden avustuksella, joita ovat BASF, E.ON, Tarmac, Roger Bullivant ja Saint-Gobain. (67.)

Nottinghamin yliopisto tekee myös uusiutuviin energioihin, kuten tuulivoimaan ja aurinkovoimaan liittyvää tutkimusta. Koska tuulivoima on luonteeltaan ajoittaista, tutkii yliopisto, kuinka se voisi varastoida tuulivoiman tuottamaa energiaa kulutuksen hiljaisina aikoina ja luovuttaa varastoja energian kulutuksen suurempina ajankohtina. Yksi tapa tehdä tämä on käyttää tuuli- ja aurinkovoimaa pumpatakseen ilmaa pumpuilla vedenalaisiin pusseihin. Kun energiaa tarvitaan enemmän, voitaisiin nämä pussit tyhjentää ilmasta ja ajaa läpi turbiinin, jolloin tuotettaisiin lisää sähkövoimaa. (68.)

9.2.2 Montanan yliopisto

Montanan yliopiston pääkampus sijaitsee Bozemanissa Yhdysvalloissa. Bozeman kuuluu Montanan osavaltioon. Yliopistolla on myös kolme muuta kampusta Billingsissä, Havressa ja Great Fallsissa. Bozemanin kampus on näistä kampuksista kuitenkin suurin ja vanhin. Bozemanin kampus perustettiin vuonna 1893 ja siellä opiskelee yhteensä 14.660 opiskelijaa. Billingsin kampus perustettiin vuonna 1927 ja siellä opiskelee 5.081 opiskelijaa. Havren kampus perustettiin 1929 ja kyseisellä kampuksella opiskelee yhteensä 1.282 opiskelijaa. Havren kampus onkin Montanan yliopiston kampuksista pienin. Great Fallsin kampus perustettiin 1969 ja siellä on 1.835 opiskelijaa. (69.)

Montanan yliopisto tarjoaa kandidaatin ja maisterin tason aineita yhteensä 7 eri linjalta. Nämä linjat ovat maatalous, taide ja arkkitehtuuri, liiketoiminta, kasvatustieteet, tekniikka, sairaanhoito ja tiede. Maatalouden linja tarjoaa opintoja muun muassa mikrobiologian ja kasvitieteiden aloilta. Taide ja arkkitehtuuri tarjoavat opintoja musiikin, taiteen ja arkkitehtuurin aloilta. Liiketoiminnassa opiskelija voi syventyä esimerkiksi yrittäjyyteen. Tekniikka puolestaan tarjoaa opintoja muun muassa kemiantekniikan, tietotekniikan, konetekniikan ja sähkötekniikan aloilta. Tieteen puolella opiskelija voi syventyä matematiikkaan, historiaan ja filosofiaan tai vaikkapa fysiikkaan tai politiikkaan. (70.)

Montanan yliopisto perustettiin helmikuun 16. päivä vuonna 1893 ja aluksi se tunnettiin nimellä Montanan osavaltion maatalouskorkeakoulu. Myöhemmin koulu nimettiin Montanan maatalouskorkeakouluksi (MAC, Montana Agricultural College). 1920-luvulla koulun nimi muutettiin jälleen Montanan osavaltion korkeakouluksi (MSC, Montana State College) ja sillä nimellä se säilyi aina vuoteen 1965 asti. Vuonna 1965 korkeakoulu sai tunnustusta tieteellisestä ja humanistisesta tutkimuksestaan ja koulun nimi muutettiin Montanan yliopistoksi (MSU, Montana State University). (71.)

Tänä päivänä Montanan yliopisto on kansallisesti ja kansainvälisesti tunnettu koulutusohjelmistaan taiteen, tieteiden, maatalouden, arkkitehtuurin, kasvatustieteiden, tekniikan ja sairaanhoidon aloilla. (71.)

9.2.3 Reginan yliopisto

Reginan yliopisto on yliopisto Reginan kaupungissa Saskatchewan provinssissa Kanadassa. Yliopistoon kuuluu 10 tiedekuntaa ja 25 akateemista osastoa, mitkä johtavat kandidaatin, maisterin ja tohtorin tutkintoihin. Syksyllä 2012 yliopistossa ja siihen kuuluvissa Campion ja Luther liittokorkeakouluissa ja Kanadan First Nations yliopistossa opiskeli yhteensä 13120 opiskelijaa. (72.)

Yliopisto työllistää yhdessä sen liittokorkeakoulujen kanssa yhteensä noin 4550 henkeä. Sen lisäksi se työllistää noin 970 henkeä kokopäiväisesti eri organisaatioissa ympäri Saskatchewan provinssia ja 570 henkeä Saskatchewan provinssin ulkopuolella. (72.)

Sekä pääkampus, että College Avenue kampus sijaitsevat Wascanan keskuksessa, mikä on yksi koko Pohjois-Amerikan suurimmista puistoista. (72.)

Yliopiston menot verotusvuonna 2010–2011 olivat yhteensä noin 230 miljoonaa dollaria. Yliopisto sai kyseisenä vuonna lähes 23 miljoonaa dollaria tutkimusrahoitusta. (72.)

Reginan yliopisto sai alkunsa vuonna 1911, jolloin se toimi nimellä Reginan korkeakoulu. Reginan korkeakoulun perusti paikallinen metodistikirkko. Vuosien kuluessa korkeakoulu kasvoi ja siitä tuli yksi Saskatchewan yliopiston kampuksista. Vuonna 1974 yliopisto oli jo kasvanut niin suuriin mittoihin, että siitä tuli itsenäinen Reginan yliopisto. (72.)

Reginan yliopisto tarjoaa tutkintoon johtavia ohjelmia useilta eri aloilta, kuten esimerkiksi öljyteknologia, kuvataide, ohjelmistotiede, kasvatustieteet, poliisitieteet, politiikka ja liiketalous. Öljyjärjestelmätekniikan ohjelma Reginan yliopistossa on yksi Pohjois-Amerikan suurimmista. (72.)

Syksyllä 2011 Reginan yliopisto alkoi ottaa opiskelijoita Saskatchewan sairaanhoidon yhteistyöohjelmaan. Kyseinen ohjelma järjestetään yhteistyössä Reginan yliopiston ja Saskatchewan ammattikorkeakoulun kesken. Sairaanhoidon koulutusohjelma on kasvanut yliopistossa Saskatchewan provinssin tarpeiden mukaisesti ja opetus on alkanut kerätä kansainvälistä huomiota. (72.)

Reginan yliopistossa on käytössä myös oma takuuohjelma. Kun opiskelija suorittaa yliopiston takuuohjelman, hänellä on tarvittavat taidot ja tiedot ammattinsa harjoittamisen aloittamiseen kuuden kuukauden sisällä valmistumisesta. Jos opiskelija ei kuitenkaan pääse harjoittamaan ammattiaan, maksaa yliopisto yhden lukuvuoden lukukausimaksut ja kustannukset opiskelijalle. (72.)

Reginan yliopisto toimii tiiviissä yhteistyössä sen liittokorkeakoulujen kanssa. Kanadan First Nations yliopisto on perustettu Kanadan alkuperäisasukkaita varten, kun Reginan yliopisto otti huomioon alkuperäisasukkaiden työllistymismahdollisuudet. Kyseinen yliopisto perustettiin nimellä Saskatchewan intiaanien yhteistyökorkeakoulu vuonna 1976. Vuonna 2005 sen nimi muuttui Kanadan First Nations yliopistoksi ja se jatkaa Kanadan alkuperäisasukkaiden kouluttamista ylempiin virkoihin. (72.)

Campionin liittokorkeakoulu on katolinen jesuiittakorkeakoulu, mikä tarjoaa opintoja esimerkiksi taiteen alalla. Campionin liittokorkeakoulu tarjoaa vahvan yhteisöllisyyden ja se on keskittynyt opiskelijoiden henkilökohtaiseen auttamiseen. (72.)

Luther korkeakoulu on oikeastaan yliopisto yliopiston sisällä. Luther korkeakoulu on hyvin opiskelijakeskittynyt ja siellä voi opiskella taidetta, kuvataidetta ja erilaisia tieteen aloja. (72.)

Viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana yliopisto on rakentanut suhteita merkittävien kiinalaisten yliopistojen ja kansan kongressin kanssa. (72.)

9.2.4 Stanfordin yliopisto

Stanfordin yliopiston Stanfordin Yhdysvaltoihin perusti Leland Stanford poikansa Leland Stanford nuoremman muistolle 1. lokakuuta 1891. Ensimmäisenä lukuvuonna yliopistossa opiskeli yhteensä 555 miestä ja naista. Yliopisto laajeni jo toisena vuotenaan 15 tiedekunnasta 49 tiedekuntaan. Yliopiston ensimmäinen rehtori oli David Starr Jordan. (73.)

Vuonna 1952 Stanfordin yliopisto sai ensimmäisen Nobel palkintonsa, kun professori Felix Bloch voitti Nobelin fysiikassa. 1970-luvulla ”Internetin isä” Vinton Cerf kehitti

yliopistossa TCP/IP protokollan, jota myöhemmin käytettiin standardina tietokoneiden välisessä kommunikaatiossa Internetissä. Vuonna 1991 fyysikko Paul Kunz teki Yhdysvaltojen ensimmäisen Web serverin vierailtuaan Internetin keksijän Tim Berners-Leen luona Genevessä Sveitsissä. Myös Google sai alkunsa Stanfordin yliopiston kahden opiskelijan luomana, kun Sergey Brin ja Larry Page kehittivät Googlen 1990-luvulla yliopistossa. Heitä ennen kuitenkin Jerry Yang ja David Filo kehittivät Yagoon yliopiston oppilaina. (74.)

Stanfordin yliopistossa on yhteensä 6980 kandidaatin tutkintoon opiskelevaa opiskelijaa ja 8897 maisterin tutkintoon opiskelevaa opiskelijaa. 97 % kandidaatiksi opiskelevaa opiskelijaa asuu kampuksella. Yliopisto on mukana yhteensä 5100 eri tutkimusprojektissa. Näiden tutkimusprojektien kokonaisbudjetti on yhteensä 1,35 miljardia dollaria. Yliopiston rehtorina on toiminut John Hennessy jo vuodesta 2000. Yliopistossa voi opiskella yhteensä seitsemää eri alaa. Nämä alat ovat: liiketalous, geotieteet, kasvatustieteet, tekniikka, humanistiset tieteet, laki ja lääketiede. (75.)

10 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa vertaileva tutkimus erilaisissa Euroopan unionin puiteohjelmahankkeissa olevista hankekumppaneista ja osallistujaorganisaatioista. Työn aikana aihe rajoittui koskemaan lähinnä tuulivoimaa, vaikka muihinkin energian muotoihin liittyviä projekteja tarkasteltiin opinnäytetyössä. Opinnäytetyössä tarkasteltiin tuulivoiman lisäksi myös polymeeri-litium-akkuja, seuraavan sukupolven lämpöpumpun luontia ja hiilen talteenoton turvallisuutta.

Tutkimus jättää tilaa myös jatkotutkimuksille kyseisestä aiheesta, sillä opinnäytetyö keskittyi lähinnä tuulivoimaan liittyviin tutkimuksiin. CORDIS-sivustolla puiteohjelmia on pelkästään seitsemännessä puiteohjelmahankekaudessa yksinään 22.950 kappaletta, joista energia-alaan liittyviä tutkimuksia on sivustolla 341 kappaletta. Kaikkia energia-alaan liittyviä tutkimuksia ei voitu ottaa mukaan ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulun yhä enemmän suuntautuessa uusiutuviin energianlähteisiin päätin rajoittaa opinnäytetyön lähinnä tuulivoimaan. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu opettaa tuulivoimaa yhteistyössä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa ja tuulivoimaan liittyvää tutkimusta voitaisiin syventää ja uusia yhteistyökumppaneita voitaisiin hankkia alaa varten.

Opinnäytetyössä esiteltiin useita potentiaalisia yhteistyökumppaneita Kymenlaakson ammattikorkeakoululle. Erityisesti Skandinaviassa ja Pohjois-Euroopassa olevat yliopistot erottuivat edukseen, mutta myös muista Euroopan osista löytyi potentiaalisia yhteistyökumppaneita Kymenlaakson ammattikorkeakoululle. EU puiteohjelmien hankekumppaneiden kartoituksesta ei ole tehty tutkimusta aikaisemmin, joten tutkimus on lajiaan ensimmäinen. Mielestäni opinnäytetyöstä tuli varsin kattava ja se käsittää useita Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kannalta mielenkiintoisia yliopistoja, joista voisi tulla ammattikorkeakoulumme yhteistyökumppaneita.

Potentiaalisimpana yhteistyökumppanina pidän heti opinnäytetyön alussa esiteltyä Tanskan teknillistä yliopistoa. Tanskan teknillinen yliopisto on ollut mukana useassa tuulivoimaan liittyvässä tutkimusohjelmassa ja tässäkin opinnäytetyössä yliopisto oli mukana kahdessa eri tutkimusohjelmassa, jotka molemmat liittyivät tuulivoimaan.

Yliopisto ei ole myöskään liian suuri, vaan se on profiililtaan hyvin pitkälti Lappeenrannan teknillisen yliopiston kaltainen. Yliopistossa voi opiskella pääasiassa teknillisiä aineita, joten se on hyvin samanlainen, kuin Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tämän yliopiston kanssa voitaisiin aloittaa kumppanuussuhde, jotta päästäisiin mukaan tuulivoimaan liittyviin Euroopan unionin tutkimushankkeisiin, mikäli tuulivoimaan liittyvät tutkimukset kiinnostavat Kymenlaakson ammattikorkeakoulua.

Toiseksi potentiaalisimpana yhteistyökumppanina Kymenlaakson ammattikorkeakoululle pidän Chalmersin teknillistä korkeakoulua. Chalmersin teknillinen korkeakoulu on tekniikan korkeakoulu Göteborgista Ruotsista. Kyseisellä korkeakoululla on paljon kokemusta erilaisista Euroopan unionin puiteohjelmahankkeista ja vuonna 2011 se olikin mukana 154 erilaisessa Euroopan unionin tutkimusprojektissa, joista 139 oli mukana Euroopan unionin seitsemännessä puiteohjelmakaudessa. Kyseisellä korkeakoululla on myös kokemusta kuudennesta puiteohjelmahankekaudesta, missä se oli myös mukana. Luulen, että Chalmersin teknillinen korkeakoulu olisikin hyvä yhteistyökumppani Kymenlaakson ammattikorkeakoululle nimenomaan laajan puiteohjelmakokemuksensa vuoksi.

Myös muita hyviä yhteistyökumppaneita on esitelty tässä opinnäytetyössä. Nottinghamin yliopisto tekee energiatekniikkaan liittyvää tutkimusta, aivan kuten myös Southamptonin yliopisto ja Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Myös Italiasta kotoisin oleva Sapienza Rooman yliopisto on ollut mukana kahdessa tässä opinnäytetyössä esitellyssä puiteohjelmassa. Loppujen lopuksi KymiTechnology ja Juhani Talvela tekevät valinnan siitä, minkä yliopistojen kanssa ryhdytään yhteistyöhön.

LÄHTEET

1. Tietoa projekteista CORDIS-sivustolla, Verkkosivut.
http://cordis.europa.eu/guidance/about-projects_en.html [viitattu 27.2.2014]
2. Korkean korkeuden tuulivoiman EU tutkimushanke CORDIS-sivustolla.
Verkkosivut. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/96067_en.html [viitattu 15.12.2013]
3. Tanskan teknillinen yliopisto. Technical University of Denmark. Verkkosivut, historia. <http://www.dtu.dk/english/About/History> [viitattu 15.12.2013]
4. Tanskan teknillinen yliopisto, Technical University of Denmark. Verkkosivut, opetus. <http://www.dtu.dk/english/About/facts-and-figures/Education> [viitattu 15.12.2013]
5. Zagrebin yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.unizg.hr/homepage/about-university/> [viitattu 16.12.2013]
6. Zagrebin yliopisto. Verkkosivut, yliopiston rakenne.
<http://www.unizg.hr/homepage/about-university/the-structure-of-the-university/>
[viitattu 16.12.2013]
7. Zagrebin yliopisto. Verkkosivut, historia. <http://www.unizg.hr/homepage/about-university/history/> [viitattu 17.12.2013]
8. Zagrebin yliopisto. Verkkosivut, kansainväliset suhteet.
<http://www.unizg.hr/homepage/international-relations/> [viitattu 17.12.2013]
9. EU:n tutkimushanke korkean suorituskyvyn ja edistyneempien ominaisuksien omaavista polymeeri lithium akuista elektrokemialliseen varastointiin CORDIS-sivustolla. Verkkosivut. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/99206_en.html
[viitattu 21.1.2014]

10. Chalmersin teknillinen korkeakoulu. Verkkosivut, historia.
<http://www.chalmers.se/en/about-chalmers/history/Pages/default.aspx> [viitattu 21.1.2014]
11. Chalmersin teknillinen korkeakoulu. Verkkosivut, osastot.
<http://www.chalmers.se/en/about-chalmers/organisation/Pages/departments.aspx> [viitattu 21.1.2014]
12. Chalmersin teknillinen korkeakoulu. Verkkosivut, energiateknologia
http://www.chalmers.se/en/departments/ee/organisation/energy_technology/Pages/energy-technology.aspx [viitattu 21.1.2014]
13. Chalmersin teknillinen korkeakoulu. Verkkosivut, EU puiteohjelmahankkeet.
<http://www.chalmers.se/en/research/EU-funded-research/Pages/eu-projects.aspx> [viitattu 21.1.2014]
14. Sapienza Rooman yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://en.uniroma1.it/sapienza/%EF%BB%BFabout> [viitattu 14.1.2014]
15. Sapienza Rooman yliopisto. Verkkosivut, tiedekunnat.
<http://en.uniroma1.it/structures/faculties-0> [viitattu 14.1.2014]
16. Sapienza Rooman yliopisto. Verkkosivut, rakennus- ja tuotantotekniikka.
<http://en.uniroma1.it/structures/faculties-0/civil-and-industrial-engineering> [viitattu 14.1.2014]
17. EU:n tutkimushanke korkean tehon ja hyvän käyttövarmuuden omaavasta merellä sijaitsevasta tuulivoimateknologiasta
http://cordis.europa.eu/projects/rcn/96223_en.html [viitattu 23.1.2013]
18. Siegenin yliopisto. Verkkosivut, historia. http://www.uni-siegen.de/start/die_universitaet/ueber_uns/geschichte/index.html.en?lang=en [viitattu 23.1.2014]

19. Siegenin yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta. http://www.uni-siegen.de/start/die_universitaet/ueber_uns/daten/index.html.en?lang=en [viitattu 23.1.2014]
20. Siegenin yliopisto. Verkkosivut, tiedekunnat. <http://www.uni-siegen.de/start/fakultaeten/index.html.en?lang=en> [23.1.2014]
21. Siegenin yliopisto. Verkkosivut, tekniikan tiedekunta <http://www.uni-siegen.de/nt/index.html.en?lang=de> [viitattu 23.1.2014]
22. Siegenin yliopisto. Verkkosivut, luonnontieteiden ja tekniikan tutkimukset. http://www.uni-siegen.de/start/forschung/forschungsprofil/natur-und_ingenieurwissenschaften.html.en?lang=en [viitattu 23.1.2014]
23. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta. <http://www.ntnu.edu/livingintrh/about-ntnu> [viitattu 25.1.2014]
24. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, tiedekunnat. <http://www.ntnu.edu/faculties> [viitattu 26.1.2014]
25. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, energia- ja prosessitekniikka. <http://www.ntnu.edu/ept> [viitattu 26.1.2014]
26. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, lämpötekniikka. <http://www.ntnu.edu/ept/thermal-energy> [viitattu 26.1.2014]
27. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, teollinen prosessitekniikka. <http://www.ntnu.edu/ept/industrial> [viitattu 26.1.2014]
28. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, energia ja sisätilaympäristö. <http://www.ntnu.edu/ept/energy-environment> [viitattu 26.1.2014]
29. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, nestetekniikka. <http://www.ntnu.edu/ept/fluids> [viitattu 26.1.2014]

30. NTNU – Norjan tieteen ja teknologian yliopisto. Verkkosivut, teollinen ekologia.
<http://www.ntnu.edu/indecol> [viitattu 26.1.2014]
31. EU:n tutkimushanke seuraavan sukupolven lämpöpumpusta CORDIS-sivustolla.
Verkkosivut. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/106000_en.html [viitattu 2.2.2014]
32. KTH – Kuninkaallinen teknologian instituutti. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.kth.se/en/om/fakta> [viitattu 3.2.2014]
33. KTH – Kuninkaallinen teknologian instituutti. Verkkosivut,
tutkimustoimintaohjelmat. <http://www.kth.se/en/forskning/forskningsplattformar>
[viitattu 3.2.2014]
34. EU:n tutkimushanke suprajohtuvasta, käyttövarmasta, kevyestä ja
tehokkaammasta merellä sijaitsevasta tuuliturbiinista CORDIS-sivustolla.
Verkkosivut. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/106228_en.html [viitattu 10.2.2014]
35. Karlsruhenin teknologian instituutti. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.kit.edu/kit/english/data.php> [viitattu 11.2.2014]
36. Karlsruhenin teknologian instituutti. Verkkosivut, koulutusohjelmat.
<http://www.kit.edu/kit/english/departments.php> [viitattu 11.2.2014]
37. Karlsruhenin teknologian instituutti. Verkkosivut, energiakeskus.
<http://www.kit.edu/research/6717.php> [viitattu 11.2.2014]
38. Slovakian tieteen akatemia. Verkkosivut, historia.
<http://www.sav.sk/?lang=en&doc=sas-history> [viitattu 11.2.2014]
39. Southamptonin yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
http://www.southampton.ac.uk/aboutus/ata glance/facts_figures.shtml [viitattu 11.2.2014]

40. Southamptonin yliopisto. Verkkosivut, koulutusohjelmat.
<http://www.southampton.ac.uk/undergraduate/courses/> [viitattu 11.2.2014]
41. Southamptonin yliopisto. Verkkosivut, tutkimuslaitokset.
http://www.southampton.ac.uk/research/centres_facilities/research_facilities.html
[viitattu 11.2.2014]
42. Southamptonin yliopisto. Verkkosivut, tutkimusten vaikutukset.
<http://www.southampton.ac.uk/research/impact/> [viitattu 11.2.2014]
43. EU:n tutkimusohjelma tulevaisuuden syvän meren tuuliturbiiniteknologiasta
CORDIS-sivustolla. Verkkosivut.
http://cordis.europa.eu/projects/rcn/96069_en.html [viitattu 22.2.2014]
44. Aalborgin yliopisto. Verkkosivut, historia.
<http://www.en.aau.dk/About+Aalborg+University/History+of+Aalborg+University/>
[viitattu 23.2.2014]
45. Aalborgin yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.en.aau.dk/About+Aalborg+University/AAU+in+figures+and+facts/>
[viitattu 23.2.2014]
46. Aalborgin yliopisto. Verkkosivut, kandidaatin tutkinto-ohjelmat.
<http://www.studyguide.aau.dk/programmes/#undergraduate-tab> [viitattu
23.2.2014]
47. Aalborgin yliopisto. Verkkosivut, maisterin ja diplomi-insinöörin tutkinto-
ohjelmat. <http://www.studyguide.aau.dk/programmes/postgraduate/> [viitattu
23.2.2014]
48. Aalborgin yliopisto. Verkkosivut, energiatekniikka.
<http://www.studyguide.aau.dk/programmes/postgraduate/53200/> [viitattu
23.2.2014]
49. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, historia.
<http://www.tudelft.nl/en/about-tu-delft/history/> [viitattu 23.2.2014]

50. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.tudelft.nl/en/about-tu-delft/facts-and-figures/> [viitattu 24.2.2014]
51. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, kandidaatin koulutusohjelmat.
<http://www.tudelft.nl/en/study/undergraduates-bachelors/> [viitattu 24.2.2012]
52. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, ydinvoima.
<http://www.tudelft.nl/en/research/energy/engineering-challenges/how-can-nuclear-energy-be-made-sustainable/> [viitattu 24.2.2014]
53. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, biomassa.
<http://www.tudelft.nl/en/research/energy/engineering-challenges/how-can-biomass-be-used-sustainably/> [viitattu 24.2.2014]
54. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, aurinkovoima.
<http://www.tudelft.nl/en/research/energy/engineering-challenges/how-can-solar-cells-be-made-more-affordable/> [viitattu 24.2.2014]
55. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, tuulivoima.
<http://www.tudelft.nl/en/research/energy/engineering-challenges/how-can-wind-energy-be-used-on-a-large-scale/> [viitattu 24.2.2014]
56. Delftin teknologian yliopisto. Verkkosivut, geo-energia.
<http://www.tudelft.nl/en/research/energy/engineering-challenges/what-role-will-geo-energy-play-in-a-sustainable-energy-supply/> [viitattu 24.2.2014]
57. Trenton yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.
<http://www.unitn.it/en/ateneo/3419/facts-and-figures> [viitattu 27.2.2014]
58. Trenton yliopisto. Verkkosivut, tiedekunnat.
<http://www.unitn.it/en/ateneo/2592/departments> [viitattu 27.2.2014]
59. EU:n tutkimushanke hiilidioksidin talteenoton vaikutuksista ja sen turvallisuudesta CORDIS-sivustolla. Verkkosivut.
http://cordis.europa.eu/projects/rcn/93462_en.html [viitattu 18.12.2013]

60. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, kampukset.
<http://www.nottingham.ac.uk/about/campuses/campuses.aspx> [viitattu 18.12.2013]
61. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, historia.
<http://www.nottingham.ac.uk/about/history/abriefhistoryoftheuniversity.aspx>
[viitattu 18.12.2013]
62. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, aineet.
<http://www.nottingham.ac.uk/ugstudy/courses/subjectareasearch.aspx> [viitattu 19.12.2013]
63. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, yliopiston rakenne.
<http://www.nottingham.ac.uk/about/structure/management/managementandgovernance.aspx> [viitattu 19.12.2013]
64. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, energian tutkimus.
<http://www.nottingham.ac.uk/energy/home.aspx> [viitattu 27.2.2014]
65. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, fossiilinen energia ja hiilen talteenotto.
<http://www.nottingham.ac.uk/energy/fossilenergyandcarboncaptureandstorage/index.aspx> [viitattu 27.2.2014]
66. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, bioenergia.
<http://www.nottingham.ac.uk/energy/bioenergy/index.aspx> [viitattu 27.2.2014]
67. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, pienen energiankäytön rakennukset.
<http://www.nottingham.ac.uk/energy/lowenergybuildings/index.aspx> [viitattu 27.2.2014]
68. Nottinghamin yliopisto. Verkkosivut, uusiutuvat energiamuodot.
<http://www.nottingham.ac.uk/energy/renewableenergy/index.aspx> [viitattu 27.2.2014]
69. Montanan yliopisto. Verkkosivut, kampukset.
<http://www.montana.edu/about/system.html> [viitattu 11.1.2014]

70. Montanan yliopisto. Verkkosivut, aineet.

<http://www.montana.edu/academics/colleges/> [viitattu 11.1.2014]

71. Montanan yliopisto. Verkkosivut, historia.

<http://www.montana.edu/msuhistory/index.html> [viitattu 11.1.2014]

72. Reginan yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta.

<http://www.uregina.ca/profile/index.html> [viitattu 11.1.2014]

73. Stanfordin yliopisto. Verkkosivut, historia.

<http://www.stanford.edu/about/history/index.html> [viitattu 16.1.2014]

74. Stanfordin yliopisto. Verkkosivut, historia 2.

http://www.stanford.edu/about/history/history_ch3.html [viitattu 16.1.2014]

75. Stanfordin yliopisto. Verkkosivut, tietoa yliopistosta. <http://facts.stanford.edu/>

[viitattu 17.1.2014]